Analyse zur Kompetenzentwicklung an Berufsschülern

Eine Masterarbeit von

Cuiying

(500162)

1. Gutachter: Prof. Dr. Wolfgang Härdle

2. Gutachterin: Prof. Dr. Olga Zlatkin-Troitschanskaia

Betreuer: Dr. Sigbert Klinke

zur Erlangung des Grades

MSc. Statistics

Humboldt-Universität zu Berlin

C.A.S.E.

CENTER FOR APPLIED STATISTICS AND ECONOMICS

Studiengang Statistik

Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät

Spandauer Str. 1, 10781 Berlin

22. Februar 2007

Erklärung

Ich bestätige hiermit, dass ich die vorliegende Masterarbeit nur mit Hilfsmitteln selbst erstellt habe. Alle verwendeten Quellen wurden angegeben.

Cuiying Berlin, den 22 Februar 2007

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

1 Einleitung

Der Begriff „Kompetenz“ bezieht sich auf das Konstrukt der „Vollständigen Handlung“ (Hustinga, Lisop & Steier 1999). Dabei begrenzt sich dieser Begriff nicht nur auf Fachkompetenzen, sondern umfasst auch berufsübergreifende Kompetenzen wie Methoden-, Sozial- und Personkompetenzen d.h. sie geht weit hinaus über Fähigkeiten und Fertigkeiten, die zur sachgerechten Bearbeitung einer berufsbezogenen vorgegebenen Aufgabenstellung erforderlich sind (Blankertz 1982; Achtenhagen 2005). In diesem Zusammenhang ist es auch wichtig und sinnvoll für den Bereich der Berufsvorbereitung und Berufsausbildung, ein Beurteilungsinstrument zu entwickeln.

Das Modellprojekt „Schulbegleiteter Berufseinstieg“ (SBE) ist ein Element des regionalen Förderprogramms „Neustrukturierung der Qualifizierung benachteiligter Jugendlicher am Beispiel der Schulen im Programmgebiet Urban II“. Die SBE-Teilnehmer sind lernschwache Schüler, die an berufsbildende Schulen umgesetzt werden. Das Konzept des Modellprojekts SBE setzt eine verstärkte Praxsisorientierung schulischer Lerninhalte im Sinne der systematischen Vernetzung mit den berufs- und arbeitsbezogenen Lerninhalten voraus, die den Übergang vom schulischen Lernen zur Berufsausbildung erleichtern und zugleich Schülern mit Lern- und Motivationsschwächen den Erwerb eines Schulabschluss ermöglichen soll. Das Modellprojekt SBE entwickelte einen Fragebogen „SCHULQUAL“, welcher sich mit den Aussagen beschäftigt, die zur Entwicklung der Kompetenz der Berufschüler führt und aus 15 Items besteht. Jedes Item weist sieben Ausprägungsstufen auf. Es gibt ein theoretisches Modell von „SCHULQUAL“ mit vier Teilgruppen (Faktoren). Die Teilgruppen sind ”Basiskompetenzen, Personkompetenzen, Sozialkompetenzen und Individualkompetenzen”.

Die SBE-Teilnehmer (insgesamt 49 Schüler, es werden nicht alle eingeschätzt) werden zu den zwei Zeitpunkten, am Anfang und am Ende des ersten Schuljahres (Klasse 9) beurteilt. Diese Bewertung bezüglich des Fragebogens „SCHULQUAL“ wird durch die jeweiligen Lehrkräfte, Praktikumsbetriebe bzw. Bildungsträger und durch die Berufsschüler selbst eingeschätzt. SBEII-Daten bestehen aus 6 Gruppendaten, wobei die durch die Lehrkräfte beurteilten Daten als Lehrer-Daten am Anfang bzw. am Ende, die durch die Praktikumsbetriebe bzw. Bildungsträger beurteilten Daten als Betriebe-Daten am Anfang bzw. am Ende und die durch die selbst eingeschätzten Daten als Schüler-Daten am Anfang bzw. am Ende genannt werden.

In dem Kapitel „Beurteilungsbogen und Daten“ wird über den Fragebogen „SCHULQUAL“ und Daten berichtet. In den Betriebe-Daten zu den beiden Zeitpunkten gibt es viele fehlende Werte. Sie werden mit der Software Insightful Miner imputiert.

Im Kapitel „Statistische Methoden“ werden einfache statistische Analysen, Reliabilitätsanalyse und Faktorenanalyse beschrieben. Die Reliabilitätsanalyse dient zur Überprüfung der Reliabilität der Skalen. Die Faktorenanalyse wird zur Untersuchung der linearen Zusammenhänge zwischen den Items angewendet. Diese Zusammenhänge existieren nicht nur zwischen zwei Untersuchungsvariablen, sondern zwischen mehreren. Es ist durchaus möglich, dass alle Untersuchungsvariablen zusammenhängen können. Ziel der explorativen Faktorenanalyse ist es, die latenten Strukturen aufzudecken, die sich hinter einer bestimmten Menge von beobachtbaren Variablen verbergen, und die Variablen-Dimensionen zu reduzieren. Mittels konfirmatoreischer Faktorenanalyse kann man die Faktorenwerte generieren. Die Faktorenanalyse wird mit der Software Mplus durchgeführt, da die Daten ordinal skaliert sind.

Im Kapitel „Data Mining-Verfahren“ werden zwei Data Mining-Verfahren für ordinal skalierte Daten angewandt, um Informationen über nicht lineare Zusammenhänge zwischen den Items zu bekommen. Das Ziel von Assoziationsregeln ist, starke Regeln aus den häufigen Itemsets zu generieren. Um die Klassenzuordnung des Items besser und mit wenigen Fehlern vorherzusagen, wird das Entscheidungsbäume-Verfahren durchgeführt.

Im Kapitel „Anwendung von statistischen Methoden“ werden die Ergebnisse der Faktorenanalyse mit SBEII-Daten interpretiert. Um zu prüfen, ob die Skalen reliabel sind, werden die Skalen gemäß der Ergebnisse von EFA und CFA nach ihren Reliabilitäten untersucht.

Im Kapitel „Anwendung von Data Mining-Verfahren“ werden die Ergebnisse der Assoziationsregeln und die Entscheidungsbäume gezeigt.

Im Rahmen dieser Arbeit soll untersucht werden, wie die Beziehungen der einzelnen Beurteilungen jeweils zu den beiden Zeitpunkten untereinander stehen und ob es Veränderungen zwischen den beiden Zeitpunkten gibt. Es wird auch geprüft, ob das theoretische Modell von „SCHULQUAL“ mit den vier Faktoren anhand der Faktorenanalyse nachweisbar ist.

2 Beurteilungsbogen und Daten

2.1 Beschreibung des Beurteilungsbogens

Das Modellprojekt „Schulbegleiteter Berufseinstieg“ (SBE) ist ein Element des regionalen Förderprogramms „Neustrukturierung der Qualifizierung benachteiligter Jugendlicher am Beispiel der Schulen im Programmgebiet Urban II“. Dies ist eine Gemeinschaftsinitiative der Europäischen Union, mit welcher krisenbetroffene Städte und Stadtvierteln im Rahmen der regionalen Strukturentwicklung unterstützt werden. Die gesamte Projektdauer bezieht sich auf den Zeitraum vom 08.2003 bis zum 12.2006. Der Projektträger ist das Berliner Oberstufenzentrum „Versorgungstechnik“. Das Projekt fokussiert Jugendliche, die in der Sekundarstufe 1 als „lernschwach“, „schuldistant“ etc. bezeichnet werden und die im scholarisierten Rahmen der Allgemein bildenden Schulen bisher nicht erfolgreich gelernt haben. Schuldistante Schüler i.d.R. der Klassenstufe 9 in Allgemein bildenden Schulen werden nach einem Auswahlverfahren (im Sinne eines vereinfacht strukturierten Assessment-Center zur Bestimmung der Leistungsfähigkeit und Interessen der Teilnehmer) in das Projekt „SBE“ überführt und an berufsbildende Schulen umgesetzt. Den SBE-Teilnehmern werden neben einer intensiven sozialpädagogischen Betreuung veränderte Lehr-Lern-Kontexte mit stärker individualisierenden Lehrstrategien sowie über Praktika gesicherte Arbeitserfahrungskontexte angeboten, um ihnen zu helfen, die bisherige „Einbahnstraße“ zu verlassen und neben dem Erwerb des (einfachen) Hauptschulabschlusses auch die Grundlagen von Ausbildungsfähigkeit so zu erwarten, dass sie eine berufliche Erstausbildung beginnen können. In diesem Kontext wurde das Beurteilungsinstrument „SCHULQUAL“ entwickelt.

Das Beurteilungsinstrument „SCHULQUAL“ arbeitet mit 15 standardisierten Beurteilungsitems, die im theoretischen Modell in vier Teilgruppen (Faktoren) gegliedert sind. Das theoretische Modell von „SCHULQUAL“ mit den vier Faktoren ist wie folgt:

1. Basiskompetenzen:
   - Item 1: grundlegendes Rechenverständnis
   - Item 2: grundlegendes mündliches Sprachverständnis und mündliche Sprachproduktion
   - Item 3: grundlegendes Leseverständnis und schriftliche Textproduktion
   - Item 4: Methodenkompetenz
2. Personkompetenzen:

- Item 5: Konzentration
- Item 6: Belastbarkeit
- Item 7: Aufgeschlossenheit

3. Sozialkompetenzen:
   - Item 8: Verantwortungsbewusstsein
   - Item 9: emotionalle Kontrolle
   - Item 10: kommunikatives Handeln
   - Item 11: Kritikfähigkeit
   - Item 12: Anpassungsfähigkeit
4. Individualkompetenzen:
   - Item 13: Pünktlichkeit
   - Item 14: Ordnung
   - Item 15: Präzision

Jedes Item weist jeweils 7 Ausprägungsstufen auf. Aus datenrechnerischen Gründen wurde die Stufe 0 als 1 umkodiert, die Stufe 1 als 2, die Stufe 2 als 3 etc. Die jeder Stufe entsprechenden Aussagen über die Ausbildungsfähigkeit (AF) sind in Tabelle 2.1 wiedergegeben.

Kategorie	Stufe	Aussage
1	Stufe 0	nicht vorhandene AF
2	Stufe 1	sehr gering vorhandene AF
3	Stufe 2	wenig vorhandene AF
4	Stufe 3	teils vorhandene AF
5	Stufe 4	weitgehend vorhandene AF
6	Stufe 5	gut ausgeprägte AF
7	Stufe 6	sehr gut ausgeprägte AF

Tabelle 2.1: Aussagestuktur: Ausbildungsfähigkeit (AF)

2.2 Datenüberblick

Es gibt sechs Gruppendaten (SBEII-Daten) zur Kompetenzentwicklung an Berufsschülern, die vom Institut für Wirtschaftspädagogik der Humboldt Universität zu Berlin erhoben worden sind. Das Institut hat einen Fragebogen konzipiert, der sich mit Aussagen über die Kompetenzentwicklung an Berufsschülern befasst.

Die Studie ist strukturell wie folgt angelegt (Buer, J. van & Zlatkin-Troitschanskaia, O., Band7.1, 2005):

- Die Fremd- und Selbsteinschätzung am Anfang des 1. Schuljahres:
  1. Fremdeinschätzung durch die Praktikumsbetriebe bzw. Bildungsträger: Alle Schüler aus dem Bildungsgang SBEII im 1. Schuljahr werden jeweils von dem Betreuer im Praktikumsbetrieb bzw. vom Ausbilder im Bildungsträger mittels „SCHULQUAL“ beurteilt. Die erste Fremdbeurteilung erfolgt gleich zu Beginn des schulischen Bildungsgangs. Die so festgestellten Kompetenzniveaus können als Outputs der abgebenden Allgemein bildenden Schulen betrachtet werden. Das Beurteilungsinstrument wird von der zuständigen Lehrkraft während des Besuchs des Praktikanten mit der betreffenden Person besprochen bzw. erklärt.
  2. Fremdeinschätzung durch die Lehrkräfte im fachtheoretischen und fachpraktischen Unterricht: Alle Schüler aus dem Bildungsgang SBEII im 1. Schuljahr werden ca. zwei Monate nach dem Beginn der ersten Unterrichtsphase von jeweils zwei Lehrern mittels „SCHULQUAL“ beurteilt.
  3. Selbsteinschätzung durch die Schüler: Alle Schüler aus dem Bildungsgang SBEII im 1. Schuljahr füllen ca. einen Monat nach dem Beginn der ersten Unterrichtsphase unter Aufsicht der Lehrkräfte der allgemein bildenden Fächer das Beurteilungsinstrument „SCHULQUAL“ aus.
- Die Fremd- und Selbsteinschätzung am Ende des 1. Schuljahres:
  Man hätte erwartet, dass die Kompetenzen der Schüler nach acht Monaten besser eingeschätzt werden. Deswegen werden kurz vor Ende des 1. Schuljahres alle Schüler aus dem Bildungsgang SBEII im 1. Schuljahr durch die Praktikumsbetriebe bzw. Bildungsträger, durch die Lehrkräfte und durch die Schüler selbst mittels „SCHULQUAL“ beurteilt.

Die Anzahl der insgesamt ausgefüllten Beurteilungsbögen sind in Tabelle 2.2 gegeben. Somit wurden im Rahmen der sechs Teilstudien fast alle SBEII Teilnehmer mit „SCHULQUAL“ beurteilt.

	Anfang des 1. Schuljahres	Ende des 1. Schuljahres
Schüler	43	38
Betriebe	40	41
Lehrer	46	37

Tabelle 2.2: Anzahl von ausgefüllten Beurteilungsbögen

2.3 Fehlende Werte

In der praktischen Anwendung gibt es fast keine vollständigen Datensätze. Das ist der Fall in dieser Arbeit. Deswegen ist die Imputation der fehlenden Werte bei der Datenanalyse erforderlich.

2.3.1 Struktur der fehlenden Werte

Der Anteil der fehlenden Werte von 15 Items für 6 Datensätze wird in Tabelle 2.3 deutlich gezeigt. Zum Anfangszeitpunkt werden alle Fragen durch die Lehrkräfte vollständig beantwortet. In den Lehrer-Daten am Ende des ersten Schuljahres enthalten die Items „Sprachverständnis und Pünktlichkeit" jeweils nur 3% fehlende Werte. Der Anteil der fehlenden Werte betrug maximal 3% bei Schülerdaten. Die Basiskompetenzen werden durch die Praktikumsbetriebe bzw. Bildungsträger nicht bewertet, da diese Kompetenzen in den Betrieben oft nicht von Relevanz sind und daher nicht vollständig beurteilt werden können. Diese Werte sind nach 8 Monaten niedriger. Das bedeutet, dass die Berufschüler nach acht Monaten durch die Betriebe besser beurteilt werden können.

Items	Betriebe Anfang	Betriebe Ende	Schüler Anfang	Schüler Ende	Lehrer Anfang	Lehrer Ende
Rechenverst.	85%	73%				
Sprachverst.	83%	49%				3%
Leseverst.	82%	71%				
Methodenk.	30%	66%	2%			
Konzentration	3%					
Belasbarkeit	3%					
Aufgeschl.						
Verantwort.						
emot. − Kontrolle	3%					
kommun. − Handeln				3%		
Kritikfähigkeit	3%	5%				
Anpassungsf.		5%				
Pünktlichkeit			2%			3%
Ordnung			2%			
Präzision			2%			

Tabelle 2.3: Anteil der fehlenden Werte; leere Plätze: keine fehlende Werte

2.3.2 Imputation der fehlenden Werte

- Chi-Quadrat Unabhängigkeitstest nach Pearson:
  Vor der Imputation der fehlenden Werte wird die Unabhängigkeit zweier kategorialen Variablen durch den Chi-Quadrat Unabhängigkeitstest nach Pearson getestet, um zu prüfen, ob die Items voneinander unabhängig sind. Wenn das Item 1 von dem Item 2 abhängig ist, kann man die fehlende Werte des Items 1 durch die Zufallswerte aus dem Item 2 ersetzen. Die Chi-Quadrat Unabhängigkeitstets sind nicht anwendbar, weil die Tests die zweite Approximationsbedingung von Chi-Quadratverteilung nicht erfüllt haben, dass mehr als 20 % der erwarteten Zellhäufigkeiten $\widehat{e}_{jk}$ einen Wert von kleiner als 5 aufgewiesen haben.

  Anmerkung: Die Ergebnisse des Chi-Quadrat Unabhängigkeitstests nach Pearson mit SPSS sind auf beiliegender CD verfügbar.

- „Generate from distribution“:
  Die fehlenden Werte werden im Rahmen dieser Arbeit mit der Methode „Generate from distribution“ mit „Insightful Miner 7.0“ imputiert, da der Chi-Quadrat Unabhängigkeitstest nach Pearson nicht anwendbar war. Unter „Generate from Distribution“ wird verstanden: Die fehlenden Werte werden durch die Werte mit Hilfe der Zufallsziehung aus den beobachteten Werten ersetzt, siehe Joseph L. Schafer und John w. Graham (2002).

- Balkendiagramme:
  In Abbildungen 2.1 und 2.2 werden die Balkendiagramme von Item 1 „grundlegendes Rechenverständnis“ von Betriebe-Daten jeweils vor und nach der Imputation der fehlenden Werte dargestellt. Die Balkendiagramme von anderen Items (Item 2, Item 3 und Item 4 von Betriebe-Daten) werden in Abbildungen 9.1 - 9.3 im Anhang wiedergegeben.

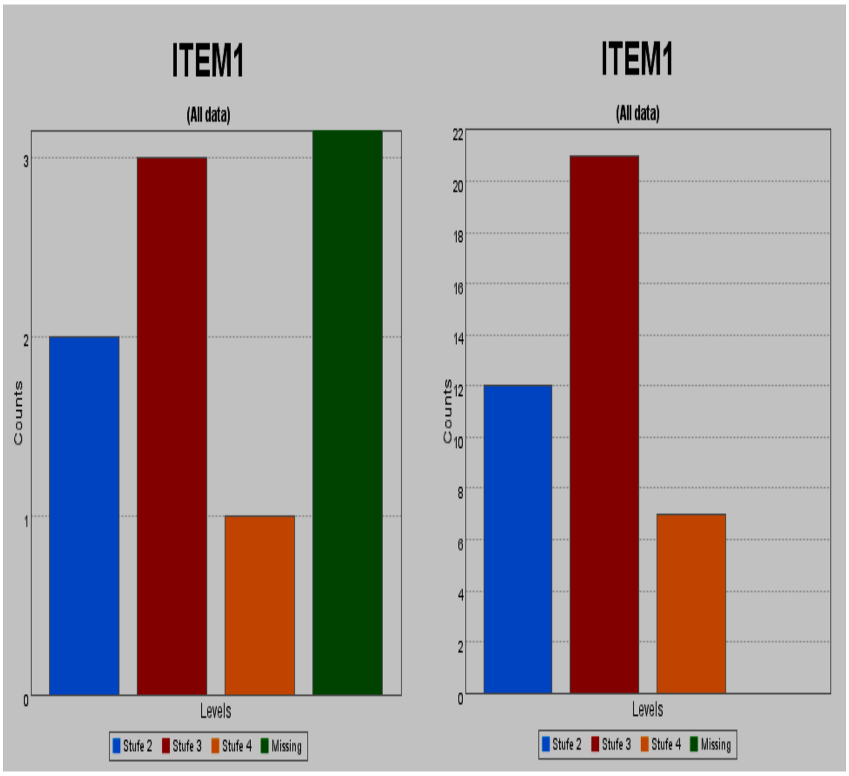


Abbildung 2.1: Balkendiagramme für das Item 1 „grundlegendes Rechenverständnis“ mit den Betriebe-Daten am Anfang des ersten Schuljahres; links: vor der Imputation der fehlenden Werte; rechts: nach der Imputation der fehlenden Werte

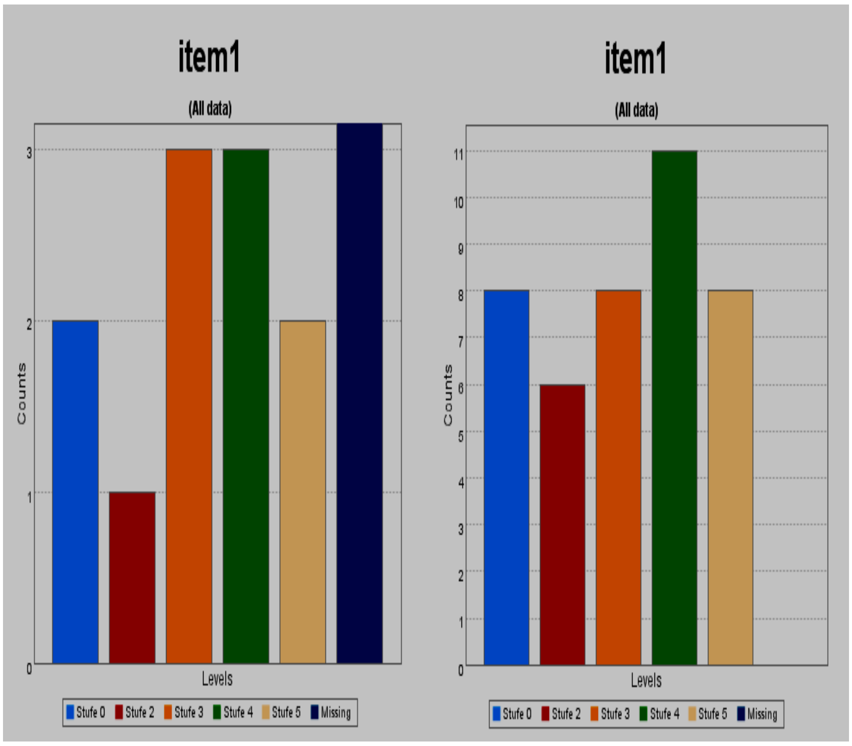


Abbildung 2.2: Balkendiagramme für das Item 1 „grundlegendes Rechenverständnis mit den Betriebe-Daten am Ende des ersten Schuljahres; links: vor der Imputation der fehlenden Werte; rechts: nach der Imputation der fehlenden Werte

3 Statistische Methoden

Vor der explorativen Faktorenanalyse und der konfirmatorischen Faktorenanalyse werden ein paar einfache statistische Analysen durchgeführt, um mehr Informationen über die Items von „SCHULQUAL“ aus den SBEII-Daten Daten zu bekommen. Um zu prüfen, ob die Skalen reliabel sind, wird die Reliabilitätsanalyse verwendet.

3.1 Einfache statistische Analyse

3.1.1 Entropie

Die Entropie wird verwendet, um die Verteilung der Ausprägungsstufen der ordinalen Daten zu messen. Die Entropie ist ein Maß zur Unsicherheit der kategorialen Daten, ähnlich wie die Varianz. Die Entropie basiert auf der Wahrscheinlichkeit der möglichen Ereignissen. Die Entropie H ist wie folgt definiert:

$$H = -\sum_{i=1}^{N} f(A_i) \ln f(A_i), \tag{3.1}$$

worin A_i (i=1, ...,N) die möglichen Ereignisse und $f(A_i)$ (i=1, ...,N) die Wahrscheinlichkeit des Auftretens des Ereignisses A_i ist. Jede Information, die man über Auftreten der Ereignisse A_i erlangt, kann als Beseitigung von Unbestimmtheit interpretiert werden, was zur Verringerung des Betrages an Entropie führt. Da im Kontext der Kontingenztabelle die Wahrscheinlichkeiten unbekannt sind, werden sie durch die beobachteten relativen Häufigkeiten ersetzt. Normalisierte Entropie H_0 wird öfter in der Praxis verwendet und nach der Formel:

$$H_0 = \frac{H}{H_{max}} = \frac{H}{\ln n} \tag{3.2}$$

berechnet. n ist die Anzahl der Klassen. Der Wertebereich der normalisierten Entropie liegt im Bereich zwischen 0 und 1. Der Wert 0 von H_0 entspricht dem Fall, dass ein Ereignis die Wahrscheinlichkeit des Auftretens 1 hat. Wenn alle Zustände gleich möglich sind, erreicht die normalisierte Entropie ihren Maximalwert 1.

3.1.2 Chi-Quadrat Unabhängigkeitstest nach Pearson

X und Y sind zwei kategoriale Variablen. X weist J Ausprägunsstufen ($j = 1, \ldots, J$) auf und Y weist K Ausprägungsstufen ($k = 1, \ldots, K$) auf. Die Zelle in Kontingenztabelle stellen die Anzahl der Beobachtungen (X=j,Y=k) dar. Das zu prüfende Hypothesenpaar lautet:

H_0: Die Variablen X und Y sind stochastisch unabhängig d.h. $f(X = j, Y = k) = f(X = j) \cdot f(Y = k)$ für alle Paare (j,k).

H_1: Die Variablen X und Y sind nicht stochastisch unabhängig d.h. $f(X = j, Y = k) \neq f(X = j) \cdot f(Y = k)$ für mindestens ein Paar (j,k).

Die Teststatistik ist wie folgt:

$$V = \sum_{j=1}^{J} \sum_{k=1}^{K} \frac{(H_{jk} - \widehat{e}_{jk})^2}{\widehat{e}_{jk}}, \tag{3.3}$$

- H_{jk} ist die beobachtete absolute Zellhäufigkeit.
- $\widehat{e}_{jk}$ ist die erwartete absolute Zellhäufigkeit, die unter der Annahme der stochastischen Unabhängigkeit der beiden Variablen zu berechnen ist, wenn die Stichprobengröße n ist.
$$\widehat{e}_{jk} = \frac{h_{j+}h_{+k}}{n}$$
- h_{j+} ist die Anzahl der Beobachtungen, wenn (X=j) ist.
- h_{+k} ist die Anzahl der Beobachtungen, wenn (Y=k) ist.

Aus der Definition der Teststatistik folgt unmittelbar, dass die Nullhypothese für zu große Werte von V abgelehnt wird. Unter H_o ist die Teststatistik V approximativ χ^2-verteilt mit DF=(J-1)(K-1) Freiheitsgraden (degree of freedom). Je größer der Stichprobenumfang n ist, desto besser ist die Approximation. Für den Test gelten die Approximationsbedingungen:

- Die erwartete Zellhäufigkeit $\widehat{e}_{jk}$ jeder Zelle muß größer als 1 sein.
- Höchstens 20 % der Zellen dürfen erwartete Zellhäufigkeiten $\widehat{e}_{jk}$ kleiner als 5 aufweisen.

Der kritische Wert $c = \chi^2_{1-\alpha;DF}$ wird für $f(V \leq c) = 1-\alpha$, worin α das Signifikanzniveau ist. Die Nullhypothese wird abgelehnt, wenn $v > \chi^2_{1-\alpha;DF}$ ist.

3.1.3 Kendall's Tau-Werte

Kendall's Tau_c-Werte (Rönz 2000) sind symmetrische Maße für die Messung der Assoziation und Richtung des Zusammenhangs zwischen zwei ordinal skalierten Variablen X und Y. Variable X weist J Variablenausprägungen ($j = 1, \ldots, J$) auf und Variable Y weist

K Variablenausprägungen ($k = 1, \ldots, K$) auf. Diese Variablen werden an n statistischen Einheiten ($i = 1, \ldots, n$) beobachtet. Für die Tau-Werte gilt allgemein: $-1 \leq \tau \leq 1$.

Der Kendall's Tau_c kann auf beliebig große und asymmetrische Kontingenztabellen angewandt werden und er ist unter SPSS verfügbar.

- Kendall's Tau_c:
$$\tau_c = \frac{2m(C-D)}{(m-1)n^2}, \tag{3.4}$$
worin m=min{J,K} ist.

- Mit C sei die Anzahl konkordanter Paare symbolisiert. Als Konkordant bezeichnet man jene Paare von statistischen Einheiten, die eine gleiche Ordnungsrelation in den Rangzahlen von X und Y aufweisen, d.h., wenn für ein Paar (i,h) von statistischen Einheit mit $i \neq h$ (i,h=1, ... n) gilt:
$$\{X_i < X_h; Y_i < Y_h\}$$
bzw.
$$\{X_i > X_h; Y_i > Y_h\}.$$

- Mit D sei die Anzahl diskordanter Paare symbolisiert. Als diskordant bezeichnet man jene Paare von stasistischen Einheiten, die eine entgegengesetzte Ordnungsrelation in den Rangzahlen von X und Y aufweisen, d.h., wenn für ein Paar (i;h) von statistischen Einheit mit $i \neq h$ gilt:
$$\{X_i < X_h; Y_i > Y_h\}$$
bzw.
$$\{X_i > X_h; Y_i < Y_h\}.$$

3.2 Reliabilitätsanalyse

Die Reliabilitätsanalyse ist ein Verfahren, bei dem überprüft wird, inwieweit die Zusammenfassung einer Anzahl manifester Merkmale dazu geeignet ist, das latente Merkmal zuverlässig abzubilden. Jede Beobachtung eines Items kann somit in der folgenden Weise formal geschrieben werden:
$$X_{ij} = \beta_j + \varepsilon_{ij}, \tag{3.5}$$
worin X_{ij} die Beobachtung des Objektes bzw. der Person i für das Item j (i=1 , ... ,n; j=1, ... ,m), β_j der wahre Betrag des Items j zum theoretischen Konstrukt und ε_{ij} ein zufälliger Fehler sind. Ausgehend von dieser Gleichung kann Reliabilität in dem Sinne definiert werden, dass die Beobachtungen eines Items im wesentlichen den Betrag zum Konstrukt beinhalten und nur einen kleinen Fehler.

Die synthetische Variable wird als Summe der Items definiert. Je mehr zuverlässige Items gefunden werden können, umso größer ist der Gesamtbeitrag zum Konstrukt und umso zuverlässiger ist die synthetische Variable.

3.2.1 Deskriptive Statistiken für die Items und Skalen

Einige deskriptive Statistiken für Item und Skala seien wie folgt definiert.

Item

- der Mittelwert $\bar{X}_j$ der Beobachtungswerte des j-ten Items (j=1, ...,m):

$$\bar{X}_j = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} X_{ij}, \tag{3.6}$$

- die Standardabweichung des j-ten Items (j=1,...,m):

$$S_j^2 = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(X_{ij} - \bar{X}_j)^2 \tag{3.7}$$

$$S_j = \sqrt{S_j^2},$$

- die Anzahl der gültigen Fälle (cases) für jedes Items.

Skala

- der Mittelwert der synthetischen Variablen:
  Die synthetische Variable (mit Y symbolisiert) ist die Summe der Items. Für jeden Fall werden die Beobachtungswerte über die Items summiert, womit sich die synthetische Variable ergibt. Der Mittelwert wird für Y berechnet als

$$\bar{Y} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{m}\sum_{i=1}^{n} X_{ij} = \sum_{j=1}^{m}\bar{X}_j, \tag{3.8}$$

  was identisch ist mit der Summe der Mittelwerte der Items.

- die Varianz und die Standardabweichung der synthetischen Variablen:

$$S_Y^2 = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(\sum_{j=1}^{m} X_{ij} - \bar{Y})^2 \tag{3.9}$$

$$S_Y = \sqrt{S_Y^2},$$

- die Anzahl der Items, die zur Bildung der synthetischen Variablen herangezogen werden.

3.2.2 Trennschärfekoeffizient

Mit diesem Koeffizient kann eine Einschätzung des Einflusses des einzelnen Items auf die synthetische Variable vorgenommen werden. Der Trennschärfekoeffizient (R) ist die Korrelation des jeweiligen Items mit der Summe der übrigen Items der Skala. Der korrigierte Trennschärfekoeffizient (R(j)) ist die Korrelation des jeweiligen Items mit der Summe der übrigen Items der Skala ohne dem untersuchten Item und kann nach der Formel

$$R(j) = \frac{Cov(Y, X_j) - S_j^2}{S_j S_Y(j)} \tag{3.10}$$

berechnet werden. $S_Y^2(j)$ ist die Varianz der synthetischen Variablen, wenn das j-te Item nicht einbezogen wird:

$$S_Y^2(j) = S_Y^2 + S_j^2 - 2Cov(Y, X_j)$$

mit

$$Cov(Y, X_j) = \frac{1}{n-1}[\sum_{i=1}^{n}(\sum_{j=1}^{m} X_{ij})X_{ij} - \sum_{j=1}^{m} \overline{X}_j \sum_{i=1}^{n} X_{ij}].$$

Geringe Trennschärfekoeffizienten können auch Hinweise auf Mehrdimensionalität einer Itemmenge sein. Items mit höherer Streuung weisen bei sonst gleichen Bedingungen höherer Trennschärfe auf. Je höher der Trennschärfekoeffizient ist, desto näher liegen zwei Variablen beieinander, desto geringer also die Trennschärfe. Grundsätzlich sollten alle Items einer Skala untereinander positiv korreliert sein. Negative Korrelationen können zwei Ursachen haben:

- Entweder ist das Item tatsächlich ungeeignit für die Skala, und in diesem Fall ist die Korrelation (R(j)) nahe Null,
- oder das Item ist nicht (oder falsch) rekodiert. Sollte dies der Fall sein, so müsste das Item negativ, aber hoch mit den übrigen Items korreliert sein.

Dieser Koeffizient für die Trennschärfe eines Items sollte wenigstens 0,5 betragen.

3.2.3 Cronbach's Alpha

Dieser Reliabilitätskoeffizient ist ein häufig verwendetes Maß zur Einschätzung, inwieweit das theoretische Konstrukt durch die beobachtete synthetische Variable widergespiegelt wird (Rönz 2000). Cronbach's Alpha ist wie folgt definiert:

$$A = \frac{m}{m-1}(1 - \frac{\sum_{j=1}^{m} S_j^2}{S_Y^2}). \tag{3.11}$$

- Darin sind S_j^2 gemäß (3.4) und S_Y^2 gemäß (3.6) zu berechnen.

- m - Anzahl der einbezogenen Items

Der Wertebereich von Cronbach's Alpha ist: $0 \leq A \leq 1$. Je größer sein Wert ist, desto zuverlässiger beschreiben die Items gemeinsam die synthetische Variable. Der Wert dieser Koeffizient sollte größer als 0,70 sein.

3.3 Faktorenanalyse

Ziel der Faktorenanalyse ist es allgemein, multivariate Zusammenhänge zwischen manifesten (beobachtbaren) Variablen durch eine geringere Anzahl von latenten (nicht direkt beobachtbaren) Variablen (Faktoren) zu erklären.

3.3.1 Explorative Faktorenanalyse

Das Ausgangsmodell

Die Ausgangsgleichung des Modells der Explorativen Faktorenanalyse sei:

$$Z_{(n \times m)} = F_{(n \times Q)} A^T_{(Q \times m)} + U_{(n \times m)} E_{(m \times m)} \tag{3.12}$$

mit Beobachtungen i=1, ..., n Variablen j=1, ..., m und q=1, ..., Q.

Die einzelnen Variablen seien wie folgt definiert:

- $Z_{n \times m}$ die Matrix der standardisierten Variablen Z_j.
- $F_{n \times Q}$ die Matrix der Faktorwerte f_{iq} jedes Faktors F_q bei jeder Variablen Z_j. Dabei sind die Faktorenwerte und die Anzahl Q der Faktoren unbekannt und müssen geschätzt werden. Es wird bezüglich der Faktoren gefordert, dass sie unkorreliert sind und jeder Faktor mindestens auf zwai Z-Variablen wirken soll. In diesem Sinne werden diese Faktoren auch als gemeinsame Faktoren bezeichnet.
- $A^T_{Q \times m}$ die Matrix der Faktorladungen der gemeinsamen Faktoren. Die einzelnen Faktorladungen a_{jq} repräsentieren Gewichte, mit denen die Faktoren in die Variablen Z_j eingehen. Die Werte der Matrix A sind ebenfalls unbekannt und müssen gleichzeitig mit der Extraktion der Faktoren aus dem Datenmaterial geschätzt werden.
- $U_{n \times m}$ die Matrix der Faktorwerte der Einzelrestfaktoren.
- $E_{m \times m}$ die Diagonalmatrix mit den Faktorladungen der Einzelrestfaktoren auf der Hauptdiagonalen.

- Analog zur Regressionsanalyse wird eine Störgröße ε_j jede Variable aufgenommen, sie sich wie folgt zusammensetzt:

$$\varepsilon_j = e_j \cdot U_j \tag{3.13}$$

Die Voraussetzungen für Daten, auf die EFA angewendet werden, sind:

1. metrisch skalierte Variablen
2. unabhängige Beobachtungen
3. (approximativ) normalverteilte Variablen
4. großer Stichprobenumfang

Die Annahmen, die hinsichtlich der Faktoren im EFA getroffen werden, sind:

1. Wirkung der gemeinsamenfaktoren auf mindestens zwei Variablen
2. Unkorreliertheit der gemeinsamen Faktoren
3. Unkorreliertheit der Einzelfaktoren untereinander
4. Unkorreliertheit der Einzelrestfaktoren mit den gemeinsamen Faktoren

Bravais-Pearson-Korrelation

Die Gleichung (3.10) ist jedoch nicht lösbar, da alle Matrizen A, F, U und E auf der rechten Seite der Gleichung unbekannt sind. Um die Gleichung (3.10) zu lösen, werden die Bravais-Pearson-Korrelationskoeffizienten zwischen den standardisierten Variablen im ersten Lösungsschritt berechnet:

$$r_{jk} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n} z_{ij} z_{ik}; j, K = 1, \ldots, m \tag{3.14}$$

bzw. in Matrixnotation

$$R_{m \times m} = Z^T_{m \times n} Z_{n \times m} / (n-1), \tag{3.15}$$

worin $R = [r_{jk}]$, (j,k=1, ..., m) die Korrelationsmatrix bezeichnet, in deren Hauptdiagonalen $r_{jj} = 1$ Steht. Über Gleichung (3.10) und Gleichung (3.13) wird ein Fundamentalgleichung der Explorativen Faktorenanalyse entwickelt,

$$R = [FA^T + UE]^T [FA^T + UE] / (n-1) \tag{3.16}$$

Bei geltenden Modellannahmen an die Faktoren ergibt sich die Gleichung (3.14) wie folgt:

$$R = AIA^T + A0E + E0A^T + EIE = AA^T + EE \tag{3.17}$$

Ausgehend von der Gleichung (3.15) kann jeder einzelne Korrelationskoeffizient r_{jk} als

$$r_{jk} = a_{j1}a_{k1} + \cdots + a_{jq}a_{kq} + \cdots + a_{jQ}a_{kQ} + \vartheta_{jk}e_je_k \tag{3.18}$$

mit $\vartheta_{jk} = 1$ falls j=k; $\vartheta_{jk} = 1$ falls $j \neq k$ und $q = 1, \ldots, Q$, geschrieben werden. Dabei speziell für die Elemente der Hauptdiagonale von R:

$$r_{jj} = a_{j1}^2 + \cdots + a_{jq}^2 + \cdots + a_{jQ}^2 + e_j^2 = \sum_{q=1}^{Q} a_{jq}^2 + e_j^2 = 1 \tag{3.19}$$

Da die Beobachtungen standardisiert sind, ist die Varianz jeder Variablen 1,

$$r_{jj} = Cov(Z_j, Z_j) = Var(Z_j) = 1 \tag{3.20}$$

Die Bravais-Pearson-Korrelation zwischen jeweils zwei Variablen ergibt sich durch die Gleichung:

$$r_{jk} = \frac{Cov(Z_j, Z_k)}{Var(Z_j)Var(Z_k)} = Cov(Z_j, Z_k) \tag{3.21}$$

Nach Gültigkeit der Aussage von der Gleichung (3.17) ist a_{jk}^2 der Erläuterungsbeitrag des Faktors der Varianz $Var(Z_j)$.

Durch Umstellung von der Gleichung (3.17) erhält man die Summe der Varianzbeiträge der gemeinsamen Faktoren, symbolisiert mit h_j^2,

$$h_j^2 = \sum_{q=1}^{Q} a_{jq}^2 = 1 - e_j^2, \tag{3.22}$$

$$j = 1, \ldots, m$$

Diese werden als Kommunalitäten bezeichnet.

Polychorische Korrelation

Im Rahmen des Modells Underlying Variable Analyse (UVA) wird angenommen, dass für jede vollständig beobachtbare Variable x_j eine unvollständig beobachtbare Variable x_j^* existiert, die jeweilige Underlying Variable ist. Die Modellannahme ist, dass die Underlying Variable standardnormalverteilt ist. Das Modell der UVA ist äquivalent zu EFA, wobei Matrix der standardisierten Variablen z_j durch Matrix der Underlying Variables x_j^* ersetzt. Die Verbindung zwischen der Variablen x_j und der Variablen x_j^* ist wie folgt: Für Variable x_j gibt es K Kategorien und K-1 Schwellenwerte: $\tau_{j(1)}, \tau_{j(1)}, \ldots, \tau_{j(K-1)}$, dann

$$x_j = k \Leftrightarrow \tau_{j(k-1)} < x_j^* < \tau_{j(k)}, (k = 1, \ldots, K)$$

wobei

$$\tau_{j(0)} = -\infty, \tau_{j(1)} < \tau_{j(2)} < \ldots < \tau_{j(K-1)}, \tau_{j(K)} = +\infty.$$

Die Herleitung der interessanten Variablen erfolgt über die polychorische Korrelationsmatrix als das entsprechend geeignete Zusammenhangsmaß für ordinale Daten. Jöreskog und Sörbom (1993) zeigen in einer Simulationsstudie für ordinale Variablen, dass die polychorische Korrelation als bestes Zusammenhangsmaß für dieses Meßniveau anzusehen ist. Es wird angenommen, dass x_j, j=1, ..., m standardnormalverteilt sind, da die Skalierung der x_j willkürlich ist. Damit ist die Wahrscheinlichkeit P, dass ein Wert von x_j^* unterhalb der Schwellenwert τ_k liegt, entsprechend dem Wert der Standardnormalverteilungsfunktion an der Stelle τ_k:

$$P(x_j^*) = \int_{-\infty}^{\tau_k} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} exp\{-\frac{1}{2}x_j^*\} = \Phi(\tau_k)$$

mit Φ als Funktion der Standardnormalverteilung.
Die Wahrscheinlichkeiten jeder Zelle der Kontingenztabelle der Variablen x_j und x_h, j,h=1, ..., m, berechnen sich dann wie folgt:

$$\pi_{vk} = \Phi_2(\tau_k, \tau_v) - \Phi_2(\tau_{k-1}, \tau_v) - \Phi_2(\tau_k, \tau_{v-1}) + \Phi_2(\tau_{k-1}, \tau_{v-1}),$$

mit $\Phi_2(\cdots)$ als bivariate Standardnormalverteilungsfunktion.
Dabei sei k eine Kategorienausprägung der Variable x_j, mit k=1, ..., K und v eine Kategorienausprägung der Variable x_h, mit v=1, ..., V. Die Polychorische Korrelation ergibt sich letztlich als Maximum Likelihood Schätzung. Dafür wird die Loglikelihood Funktion gebildet:

$$\ln L(r^*_{x_h^* x_j^*}) = \sum_{v=1}^{V} \sum_{k=1}^{K} N_{vk} \cdot \ln(\pi_{vk}) \tag{3.23}$$

Dabei sei N_{vk}die Häufigkeit für das Auftreten der Kategorien v und k. Damit ist hier der Maximum Likelihood Schätzer diejenige Korrelation, die die Wahrscheinlichkeit maximiert, dass die Daten der Kontingenztabelle der Variablen x_j und x_h einer bivariaten Standardnormalverteilung folgen.

Hauptkomponentenmethode

Weil es für die Gleichung (3.23) $R_h = AA^T$ unendlich viele Lösungen gibt, muss die Gleichung in einem iterativen Prozeß geschätzt werden. Mit vorgegebenen Anfangswerten wird in dem iterativen Prozeß begonnen . Dabei werden diese im Verauf der Faktorextraktion verbessert, bis ein Genauigkeitskriterium erfüllt ist. Zwei häufig verwendete Verfahren sind die Hauptkomponentenmethode und die Hauptachsenmethode. Die beiden Methoden unterscheiden sich im modelltheoretischen Ansatz. In dieser Arbeit wird die Hauptkomponentenmethode gewählt. Die Hauptkomponentenanalyse geht davon aus, dass kein Einzelrestfaktor existiert. Daraus folgt, dass die Ausgangskommunalitäten stets 1 sind. Aufgrund der fehlenden gemeinsamen Faktoren werden am Ende des iterativen Prozesses die geschätzten Kommunalitäten kleiner als 1 sein.

Eigenwert

Rechentechnisch erfolgt die Bestimmung der Faktoren als Lösung des Eigenwertproblems der reellen symmetrischen Matrix R_h (Rönz 2000). Der Eigenwert eines Faktors ist der Erklärungsbeitrag dieses Faktors an der Varianz aller Variablen:

$$\lambda_q = \sum_{j=1}^{m} \widehat{a}_{jq}^2 \tag{3.24}$$

Die Koeffizienten a_{iq} entsprechen den Komponenten des zu λ_q gehörenden Eigenvektors v_q. Die Erklärungsbeiträge der Faktoren machen in den meisten Fällen deutlich, dass eine Variablenreduzierung ohne wesentliche Informationsverluste vorgenommen werden kann.

Bestimmung der Faktorenanzahl

Die Bestimmung der Anzahl der Faktoren wird in der Analyse in dieser Arbeit über das Kaiser-Kriterium und die Parallelanalyse entschieden.

- Das Kaiser-Kriterium besagt, dass die Anzahl der Faktoren durch die Anzahl von Eigenwerten der Matrix R_h bestimmt sei, die größer als 1 sind. Dies würde aufgrund der standardisierten Variablen bedeuten, dass der extrahierte Faktor in jedem Fall mehr Varianz erklärt, als eine einzelne Variable.
- Die Parallelanalyse ist ein eher auf statistischen Überlegungen beruhendes Vorgehen zur Bestimmung der adäquaten Faktorenanzahl. Es wird hier die Zufälligkeit der Stichprobenziehung berücksichtigt. Die Zufallsvariablen, die standard normalverteilt sind, werden simuliert. Hierbei werden neben der Korrelationsmatrix der zu untersuchenden Variablen (empirische Korrelationsmatrix) zusätzlich Korrelationsmatrizen von Zufallsvariablen faktorisiert. Typischerweise entstehen auch hierbei „Zufallsfaktoren“ mit Eigenwerten > 1 (da zufällige Korrelation zwischen den Variablen bestehen). Allerdings ist der Eigenwerteverlauf der „Zufallsfaktoren“ üblicherweise flacher als der der echten Faktoren. Man überträgt die Eigenwerteverläufe der „echten“ und der Zufallskomponenten in ein gemeisames Diagramm und sucht die Stelle, an welcher der Eigenwerteverlauf der Zufallskomponenten den der echten Komponenten schneidet. SPSS bietet keine direkte Option zur Durchführung einer Parallelanalyse an. Man kann jedoch mit Hilfe des auf beiliegender CD verfügbaren SPSS-Syntax-Befehls relativ unproblematisch normalverteilte Zufallsvariablen generieren.

Varimaxrotation

Für eine verbesserte Möglichkeit der Interpretation der Faktoren und der Faktorladungen wird zusätzlich die Varimaxrotation verwendet. In der Varimaxrotation wird das

Achsensystem der Faktoren so lange gedreht, bis die Varianz der quadrierten Faktorladungen der gemeinsamen Faktoren ein Maximum erreicht.

Schätzung der Faktorwerte

Die letztliche Schätzung der Faktorwerte erfolgt über die nachfolgende Gleichung, die aus der Gleichung (3.10) abgeleitet ist:

$$ZA(A^TA)^{-1} = FA^TA(A^TA)^{-1}, \tag{3.25}$$

Nach Umstellung der Gleichung (3.22) ergibt sich:

$$F = ZA(A^TA)^{-1}$$

Die Faktorwerte besitzen einen Mittelwert von 0 und eine Varianz vom Wert 1. Wenn ein Faktorwert Null ist, so weist der Fall einen im Vergleich zu anderen Fällen durchschnittlichen Variablenwert bezüglich eines Faktors auf. Ein positiver (negativer) Faktorwert impliziert einen überdurchschnittlichen (unterdurchschnittlichen) Variablenwert eines Falles bezüglich dieses Faktors im Vergleich zu allen anderen Fällen.

3.3.2 Konfirmatorische Faktorenanalyse (CFA)

Die konfirmatorische Faktorenanalyse basiert auf dem „a priori Wissen“, dass sich hinter bekannten Gruppen von Variablen latente Strukturen verbergen. Dieses Wissen wird genutzt, um sich Faktorwerte zu generieren. Im Gegensatz zur explorativen Faktorenanalyse findet bei der konfirmatorischen Faktorenanalyse keine Datenreduktion statt, sondern man untersucht die Übereinstimmung eines theoretischen Modells mit den empirischen Daten. Hierbei laden die Indikatoren nur auf einen Faktor und nicht wie bei der explorativen Faktorenanalyse auf mehrere Faktoren gleichzeitig. Eigentlich sollten mit den Ergebnissen der explorativen Faktorenanalyse latente Konstrukte für die konfirmatorische Faktorenanalyse gebildet werden.

Der „Root Mean Square Error Of Approximation“ (RMSEA) prüft, ob das Modell die Daten hinreichend gut approximiert. Dieser Index hängt ebenfalls von der Modellkomplexität ab, d.h., je komplexer das Modell ist, umso größer ist der RMSEA. Berechnet wird er durch

$$RMSEA = \sqrt{max\{\frac{\chi_1^2/df_1 - 1}{N-1}, 0\}} \tag{3.26}$$

mit

- N ist die Stichprobengröße.

- χ_1^2 ist der Chi-Quadrat-Wert des zu testenden Modells und wird nach Formel:

  $$\chi_1^2 = (N-1)F(S, \Sigma(\widehat{\theta}))$$

  berechnet.

  - S: empitische Kovarianzmatrix
  - $\Sigma(\widehat{\theta})$: Model-implied Kovarianzmatrix
  - $\widehat{\theta}$: $(t \times 1)$ Vektor von geschätzten Parametern
  - $F(S, \Sigma(\widehat{\theta}))$: Minimum von Fit-Funktion

    $$F_{ULS} = \frac{1}{2} tr\{[S - \Sigma\widehat{\theta}]\}^2$$

    * tr: Trace der Matrix
    * ULS: Unweighted Least Squares

- df_1 = Freiheitsgrade des zu testenden Modells.

Nach Browne und Cudeck (1993), bedeutet RMSEA=0 eine perfekte Passung des Modells; wenn $RMSEA \leq 0,05$ ist, bedeutet gute Passung des Modells; wenn $RMSEA \leq 0,08$ ist, bedeutet akzeptable Passung des Modells; wenn $RMSEA > 0,10$ ist, ist das Modell nicht akzeptabel. Hu & Bentler (1999) haben $RMSEA < 0,06$ als das Cutoff-Kriterium vorgeschlagen.

SRMR steht für „Standardized Root Mean Square Residual". Die standardisierte mittlere Abweichung der Kovarianzen wird nach folgender Formel berechnet:

$$SRMR = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{p}\sum_{j=1}^{i}(r_{ij} - \widehat{\sigma}_{ij}/(s_i s_j))^2}{p(p+1)/2}} \tag{3.27}$$

- p: Anzahl der beobachteten Variablen
- r_{ij}: beobachtete Korrelation zwischen den jeweiligen Variablen
- $\widehat{\sigma}_{ij}$: ein Element der Model-implied Kovarianzmatrix $\Sigma(\widehat{\theta}$
- $s_i = \sqrt{s_{ii}}$ und $s_j = \sqrt{s_{jj}}$: die Standardabweichungen der jeweiligen Variablen

Dieser Index hängt nicht von der Stichprobengröße ab. Ist der Wert von SRMR kleiner als 0.5, ist die Modellanpassung gut (Hu & Bentler, 1995); wenn der Wert kleiner als 0.10 ist, ist das Modell akzeptabel.

RMSEA und SRMR sind für kleinere Stichproben geeignet.

Über Modellergebnisse wird Mplus die unstandardisierten (geschätzten) Koeffizienten (Estimates in der Ausgabe), die Standardabweichung (S.E. in der Ausgabe), und die unstandardisierten Koeffizienten geteilt durch die zugehörige Standardabweichung (Est./S.E.)

ausgegeben. Der unstandardisierte Koeffizient geteilt durch ihren Standardfehler prüft die Nullhypothese, dass der geschätzte Koeffizient gleich Null ist. Der wird mit der Z_t-Statistik berechnet. Die Nullhypothese wird abgelehnt, wenn der Wert der Z-Statistik größer als +1.96 oder kleiner als -1.96 auf dem 5% Signifikanzniveau ist. Die Voraussetzungen der Z_t-Statistik sind wie folgt, dass

- die Variablen normalverteilt sind,
- der Stichprobenumfang n im allgemeinen mindestens 30 beträgt.

4 Data Mining-Verfahren

Um die nicht lineare Zusammenhänge zwischen den Items zu finden, werden in dieser Arbeit zwei Data Mining-Verfahren, die für ordinal skalierte Daten geeignet sind, verwendet.

4.1 Assoziationsregeln

Die Datenanalyse mittels Assoziationsregeln ist eines der am häufigsten eingesetzten Data Mining-Verfahren. Das Ziel der Assoziationsregeln ist, jene Kombinationen der Werte von Merkmalen $X_1, \ldots, X_m$, die häufig aufgetreten sind, zu finden.

4.1.1 Definition von Assoziationsregeln, Support, Confidence

- Assoziationsregeln: Man partitioniert häufige Itemsets $\ell = A \bigcup B$ in Mengen A (antecedent) und B (consequent) mit $A \bigcap B = \emptyset$ und schreibt $A \Rightarrow B$ (aus A folgt B).

  - Itemset: Auswahl an Attributten/Items
  - Häufige Itemsets: Itemsets mit minimalem Support

  Jede Teilmenge eines häufigen Itemsets muss häufig sein. Das bedeutet, dass ein Element mit einer nicht häufigen Teilmenge selber nicht häufig sein kann.

- Support ist die relative Häufigkeit der Beobachtungen. Basierend auf den empirischen Daten definiert man:

$$Support(\ell) = P(A \cup B) \tag{4.1}$$

- Confidence ist die bedingte Wahrscheinlichkeit:

$$Confidence(A \Rightarrow B) = P(B|A) = \frac{P(A \cup B)}{P(A)} \tag{4.2}$$

Ziel von Assoziationsregeln ist es, starke Assozielationsregeln $A \Rightarrow B$ zu finden, die dadurch diefiniert sind, dass

$$Support(A \Rightarrow B) = Support(\ell) > min - sup \tag{4.3}$$

und

$$Confidence(A \Rightarrow B) > min - conf. \tag{4.4}$$

Minimum-Support (min-sup) bedeutet, dass so viele Elemente die Regeln erfüllen müssen. Minimum-Confidence (min-conf) ist die Genauigkeit, ab der wir die Regeln akzeptieren. Durch den Anwender werden min-sup und min-Conf spezifiziert.

Bei der Mining von Assoziationsregeln sucht man zunächst alle Itemsets mit hinreichend großem Support, danach sucht man jene Regeln mit hinreichend großer Confidence ($C(\ell) > min - Confidence$).

4.1.2 Apriori Algorithmus

Ein wichtiger Algorithmus zur Assoziationsregeln ist der Apriori Algorithmus.

- Sei L_k die Menge der häufigen Itemsets der Größe k.
- Der Algorithmus finder sequentiell $L_1, L_2, \ldots$

Zwei Schritten vom Aprori Algorithmus sind wie folgende:

- Im ersten Schritt findet man häufige Itemsets:
  - join: finde mögliche häufige Itemsets C_k (vereinige alle L_{k-1} mit k-2 gleichen Elementen);
  - prune: finde wirklich häufige Itemsets L_k (entferne nicht häufige Itemsets aus C_k).
- Im zweiten Schritt bildet man starke Regeln aus häufigen Itemsets:
  - finde alle möglichen Regeln (aus allen Partitionen eines Itemsets);
  - evaluiere Relevanz; also nur starke Regeln behalten (müssen min-sup und min-conf erfüllen).

4.1.3 Mosaic Plot

Mosaic Plot ist die flächenproportionelle Darstellung der gemeinsamen Häufigkeit durch geeignet angeordnete Rechtecke. Zusätzliche Information kann e.g. durch farbliche Annotation dargestellt werden. Der Mosaic Plot ist für kategoriale Daten anwendbar.

- Im ersten Schritt wird die horizontale Achse durch die Anzahl der Klassen des ersten Items geteilt.
- Im nächsten Schritt wird jede vertikale Spalte durch die Anzahl der Klassen des zweiten Items geteilt.

- Weiterin werden die beiden Achsen durch die Anzahl der Klassen des nächsten Items geteit usw.

Es wird ein Beispiel über Mosaic Plot in Abbildung 4.1 dargestellt. Die horizontale Achse wird durch die Anzahl der Klassen des Items 1 in drei vertikalen Spalten geteilt. Jede vertikale Spalte wird durch die Anzahl der Klassen des Items 2 jeweils in vier Spalten geteilt.

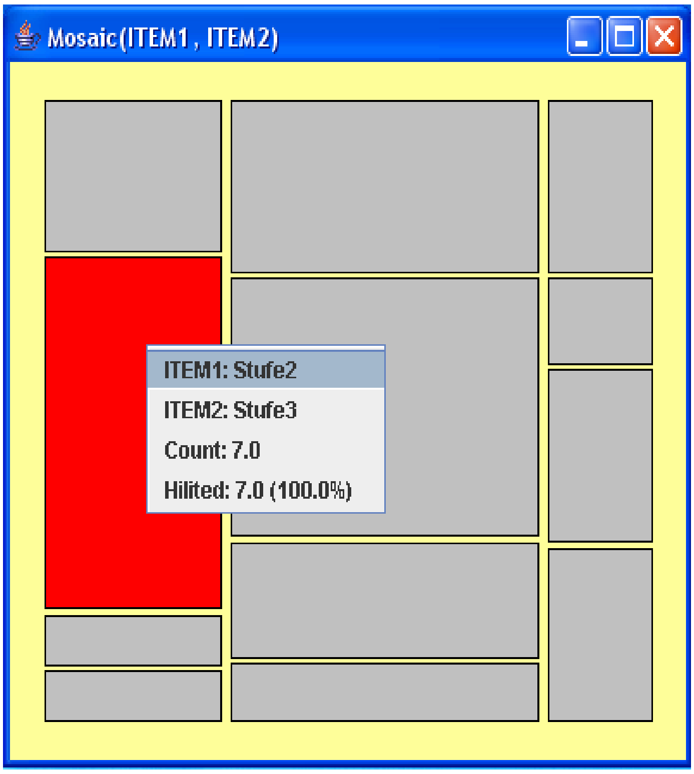


Abbildung 4.1: Mosaic Plot von Item 1 und Item 2, Item 1 weist drei Stufen(horizontale Achse mit 3 Spalten) auf; Item 2 weist 4 Stufen(vertikale Achse mit 4 Spalten) auf

4.2 Entscheidungsbäume

Die Entscheidungsbäume werden verwendet, um besser und mit wenigen Fehlern eine Entscheidung zu treffen.

4.2.1 Entscheidungsbaum

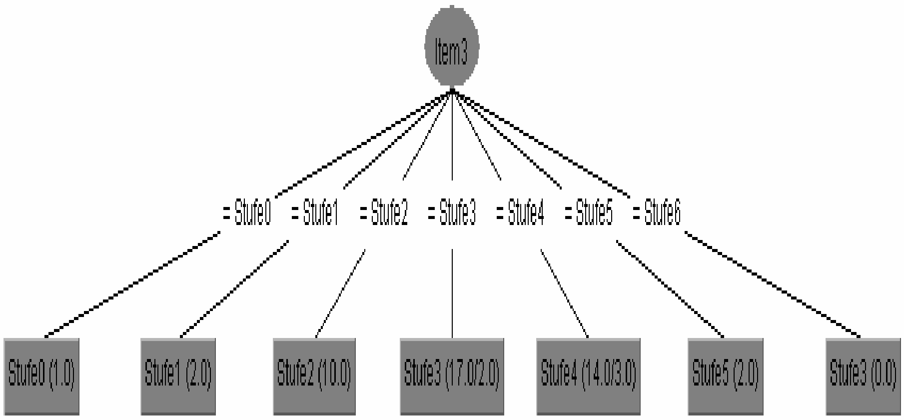


Abbildung 4.2: Entscheidungsbaum: Vorhersage der Klassenzuordnung des Items 4 „Methodenkompetenz“ durch das Item 3 „grundlegendes Leseverständnis und schriftliche Textproduktion“

Die Entscheidungsbäume sind eine beliebte und erfolgreiche Klasse von Klassifikationsverfahren. Sie gehören zu den überwachten Lernverfahren und arbeiten typischerweise mit diskreten Eingabeattributen. Der Entscheidungsbaum besteht aus:

- Wurzel: Der Baum wird von der Wurzel bis zu einem Blatt durchlaufen;
- Blattknoten, die die jeweilige Klasse repräsentieren;

- Sohnknoten: Attribut hat k verschiedene Werte, die k verschiedene Sohnknoten entstehen.

Abbildung 4.2 ist die grafische Darstellung der Entscheidungsbäume. Die Klassenzuordnung des Items 4 „Methodenkompetenz“ wird durch das Item 3 „grundlegendes Leseverständnis und schriftliche Textproduktion“ vorhergesagt. Wenn ein Schüler bezüglich des Items 3 mit der Stufe 0 eingeschätzt wird, wird er bezüglich des Items 4 auch mit der Stufe 0 eingeschätzt etc.

4.2.2 Kappa-Statistik

Der Kappa-Koeffizient wird zur Messung des Grades der Übereinstimmung von Beurteilungen der gleichen Objekte bzw. Tatbestände durch zwei Personen verwendet. Die gleichen Ausprägungen stehen in den Zeilen und Spalten der Kontingenztabelle, da beide Personen nach den gleichen Kriterien beurteilen. Daraus folgt, dass die Kontingenztabelle quadratisch sein muss.

Der Kappa-Koeffizient ergibt sich wie folgende:

$$\kappa = \frac{f_b - f_z}{1 - f_z}, \tag{4.5}$$

worin f_b der beobachteten Anteil der übereinstimmenden Beurteilungen ist und sich der Anteil f_b als

$$f_b = \frac{\sum_{j=1}^{J} h_{jj}}{n}$$

ergibt; f_z der Anteil der übereinstimmenden Beurteilungen ist, der bei zufälliger Bewertung erwartet würde:

$$f_z = \frac{\sum_{j=1}^{J} h_{j+}h_{+j}}{n^2}$$

- h_{jj}: die beobachtete absolute Zellhäufigkeit
- h_{j+} und h_{+k} Randhäufigkeiten der Zeilen und der Spalten
- n: Stichprobengröße

Der Wertebereich der Kappa-Statistik ist $-1 \leq \kappa \leq 1$, nach Rönz (2000). Die ausführliche Erläuterung über Entscheidungsbaum-Verfahren siehe Ian H. Witten & Eibe Frank (2005).

5 Anwendung von statistischen Methoden

Um die lineare Zusammenhänge zwischen den Items zu finden, werden in dieser Arbeit die Faktorenanalyse mit Software Mplus und die Reliabilitätsanalyse mit SPSS mit den SBEII-Daten durchgeführt, .

5.1 Entropie

Vor den angewandten statistischen Analysen ist es wichtig, einfache deskriptive statistische Analyse durchzuführen. Um die Verteilung der Auspräsungsstufen des Items zu verdeutlichen, werden im Rahmen dieser Arbeit die Entropie-Koeffizienten berechnet. Bei einer kleinen Entropie schwanken die von den Probanden genannten Werte der Ausprägungsstufen dieses Items um den Modus, bei einer Entropie nahe um den Bereich 1 kommen alle Ausprägungsstufen dieses Items etwa gleich oft vor. In den Tabellen 9.1 - 9.3 im Anhang werden die Entropie-Koeffizienten für sechs Gruppendaten wiedergegeben.

- Die Lehrer-Urteile am Anfang und am Ende des ersten Schuljahres (Tabelle 9.1): Am Anfang des ersten Schuljahres besitzen die Entropie-Koeffizienten die Werte zwischen 0,37 und 0,46. Am Ende des ersten Schuljahres besitzen die Entropie-Koeffizenten die Werte zwischen 0,40 und 0,49.

- Die Selbsteinschätzung am Anfang und am Ende des ersten Schuljahres (Tabelle 9.2):
  Die Entropie-Koeffizienten besitzen die Werte zwischen 0,33 und 0,47 am Anfang des ersten Schuljahres und am Ende zwischen 0,37 und 0,49.

- Die Betriebe-Urteile am Anfang und am Ende des ersten Schuljahres (Tabelle 9.3): Die Werte der Entropie-Koeffizienten liegen 0,27 und 0,50 am Anfang des ersten Schuljahres und am Ende 0,31 und 0,50.

Zusammenfassend ist: Alle Ausprägungsstufen von den Items kommen nicht gleich oft, da die Entropie-Koeffizienten in den meisten Fällen unter 0,5 liegen.

5.1.1 Kendall's Tau-Werte

Kendall's Tau_c ist geeignet für die Messung der Assoziation und Richtung des Zusammenhangs zwischen zwei ordinal skalierten Variablen.

Lehrer-Daten am Anfang des ersten Schuljahres:
Das Item 1 „grundlegendes Rechenverständnis" hängt nicht vom Item 13 „Ordnung" ($\tau_c = 0,212$; S.E.=0,111;p-Wert=0,056) auf dem 5% Signifikanzniveau ab. Es gibt starke Zusammenhänge zwischen dem Item 1 und den anderen Items, da die entsprechenden p-Werte unter 0,05 auf dem 5%-Niveau liegen. In Tabelle 5.1 werden die Kendall's Tau_c-Werte zwischen dem Item 2 „grundlegendes mündliches Sprachverständnis und mündliche Sprachproduktion" und den anderen Items wiedergegeben, von denen das Item 2 nicht abhängt.

Items	münlieches		Sprachverständnis
	τ_c	S.E.	p-Wert
Kritikfähigkeit	0,16	0,099	0,11
Anpassungsfähigkeit	0,05	0,11	0,65
Ordnung	0,21	0,11	0,057
Präzision	0,12	0,10	0,236

Tabelle 5.1: Werte von τ_c, die kleiner als 0,05 auf 5%-Niveau sind, zwischen dam Item 2 und den anderen Items

Zusammenfassend ist: Die Basiskompetenzen hängen nicht so stark von den Individualkompetenzen ab, da die entsprechenden p-Werte unter 0,05 liegen. Es werden hier nur die Werte von Kendall's Tau_c mit den Lehrer-Daten am Anfang des ersten Schuljahres interpretiert. Kendall's Tau_c Werte mit den anderen Gruppendaten sind auf beiliegender CD verfügbar.

5.2 Befunde der Explorativen Faktorenanalyse

Das Ziel der explorativen Faktorenanalyse ist, latente Strukturen aufzudecken, die sich hinter einer bestimmten Menge von Variablen verbergen, sowie die Dimensionen von Variablengruppen durch die Extraktion von Faktoren zu reduzieren.

5.2.1 Bestimmung der Faktorenanzahl mit dem Kaiser-Kriterium

Lehrer-Daten

Mit dem Kaiser-Kriterium werden jeweils zwei Faktoren, die größer als 1 sind, mit den Lehrer-Daten zu den beiden Zeitpunkten ausgewiesen. Daher erfolgt eine Bildung von zwei Faktoren. In Tabelle 5.2 werden die Eigenwerte (größer als 1) für Lehrer-Daten zu den beiden Zeitpunkten wiedergegeben.

	Lehrer am Anfang	Lehrer am Ende
1	9,45	9,73
2	1,80	2,03

Tabelle 5.2: Eigenwerte (größer als 1) für Lehrer-Daten zu den beiden Zeitpunkten

Betriebe-Daten

Im Rahmen der EFA werden jeweils vier Eigenwerte (größer als 1) der Korrelationsmatrix am Anfang und zwei Eigenwerte (größer als 1) der Korrelationsmatrix am Ende des ersten Schuljahres nach dem Kaiser-Kriterium ausgewiesen. In Tabelle 5.3 sind die Eigenwerte gegeben, die größer als eins sind.

	Betriebe am Anfang	Betriebe am Ende
1	8,09	9,43
2	1,62	1,36
3	1,31	1,22
4	1,09	$0,88^{\star}$

Tabelle 5.3: Eigenwerte (größer als 1) für Betriebe-Daten zu den beiden Zeitpunkten; Mit $\star$ bezeichnet, dass der Wert kleiner als eins ist

Schüler-Daten

Nach dem Kaiser-Kriterium werden jeweils vier Faktoren am Anfang und drei Faktoren am Ende des ersten Schuljahres aus den jeweiligen Korrelationsmatizen geschätzt. Die Eigenwerte, die größer als eins sind, werden in Tabelle 5.4 dargestellt.
Zusammenfassend ist: Die extrahierte Faktorenanzahl ist nicht gleichmäßig für alle sechs Datensätze.

	Schüler am Anfang	Schüler am Ende
1	6,20	7,69
2	1,73	1,57
3	1,43	1,14
4	1,11	$0,75^{\star}$

Tabelle 5.4: Eigenwerte (größer als 1) für Schüler-Daten zu den beiden Zeitpunkten; Mit $\star$ bezeichnet, dass der Wert kleiner als eins ist

Anmerkung: Die Eigenwerte werden in den Tabellen 9.4 - 9.6 im Anhang vollständig wiedergegeben.

5.2.2 Bestimmung der Faktorenanzahl mit der Parallelanalyse

Um die nützliche Anzahl der Faktoren zu bestimmen, wird Parallelanalyse mit SPSS durchgeführt. In Abbildungen 9.4 - 9.6 im Anhang werden die Eigenwertverläufe der echten und Zufallsfaktoren dargestellt.

- Die Urteile der Betriebe zu den beiden Zeitpunkten:
  Jeweils nur ein Faktor kann mit den Betriebe-Daten zu den beiden Zeitpunkten anhand der Parallelanalyse, die in Abblidung 9.4 dargestellt wird, extrahiert werden.
- Die Urteile der Lehrer zu den beiden Zeitpunkten:
  Aus Abbildung 9.5 geht hervor, dass jeweils zwei Faktoren mit den Lehrer-Daten zu den beiden Zeitpunkten gemäß der Parallelanalyse extrahiert werden können.
- Die Urteile der Schüler zu den beiden Zeitpunkten:
  Abbildung 9.6 zeigt deutlich, dass nur ein Faktor mit den Schüler-Daten zu den beiden Zeitpunkten mittels der Parallelanalyse bestimmt werden kann.

Zusammenfassend ist: Gemäß der Parallelanalyse ist die extrahierte Faktorenanzahl nicht gleich für alle sechs Datensätze.

5.2.3 Das Zwei-Faktorenmodell

Es wird ein Zwei-Faktorenmodell gebildet, um gleichmäßige Faktoren mit allen Datensätzen zu extrahieren. Es wird durch Abbildung 5.1 verdeutlicht, aus welchen Items die Faktoren entsprechend gebildet werden sollten. Für die Interpretation der Faktoren schaut man sich die Ladungen der einzelnen Variablen an. Besonders von Interesse sind Ladungen $a - jq$ mit $|a_{jq}| > 0.5$. Mit Hilfe der Ladungen möchte man herausfinden, welche Variablen mit welchem Faktor verwandt sind und welche Variablen gemeinsam von einem Faktor bestimmt werden.

		Basiskompetenz				Personkompetenz			Sozialkompetenz					Individualkompetenz			
		grundlegendes Rechenverständnis	grundl. mündl. Sprachverständnis und mündl. Sprachproduktion	grundl. Leseverständnis und schriftliches. Textproduktion	Methodenkompetenz	Konzentration	Belastbarkeit	Aufgeschlossenheit	Verantwortungsbewusstsein	emotionale Kontrolle	Kommunikatives Handeln	Kritikfähigkeit	Anpassungsfähigkeit	Pünktlichkeit	Ordnung	Präzision	explained variance
Schüler am Anfang	Faktor 1	0,6	0,5	0,5	0,1	-0,1	0,3	0,3	0,7	0,5	0,6	0,6	0,7	0,4	0,3	0,6	0,24
	Faktor 2	0,1	0,4	0,3	0,6	0,8	0,6	0,3	0,3	0,0	0,1	0,1	0,1	0,3	0,4	0,3	0,14
Schüler am Ende	Faktor 1	0,2	0,3	0,0	0,4	0,5	0,7	0,5	0,6	0,7	0,7	0,6	0,8	0,6	0,7	0,7	0,33
	Faktor 2	-0,1	0,8	0,5	0,7	0,4	0,3	0,2	0,5	0,1	0,2	0,2	0,2	0,0	0,2	0,3	0,14
Betriebe am Anfang	Faktor 1	0,0	0,3	0,1	0,5	0,8	0,8	0,7	0,8	0,5	0,4	0,3	0,6	0,6	0,8	0,5	0,32
	Faktor 2	0,3	0,0	0,3	0,1	0,0	–0,4	–0,4	–0,2	–0,5	–0,6	–0,7	–0,6	–0,3	–0,2	-0,1	0,14
Betriebe am Ende	Faktor 1	0,0	0,4	0,0	0,2	0,8	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7	0,9	0,8	0,9	0,9	0,53
	Faktor 2	0,3	–0,2	–0,6	–0,7	–0,3	–0,1	–0,1	–0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	–0,2	0,0	–0,2	0,08
Lehrer am Anfang	Faktor 1	0,5	0,1	0,0	0,6	0,7	0,8	0,6	0,7	0,8	0,5	0,8	0,9	0,7	0,7	0,8	0,44
	Faktor 2	0,6	0,8	0,7	0,7	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2	0,0	0,2	0,1	0,18
Lehrer am Ende	Faktor 1	0,3	0,0	0,1	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	0,7	0,5	0,8	0,8	0,6	0,7	0,8	0,41
	Faktor 2	0,6	0,9	0,9	0,6	0,6	0,5	0,4	0,2	0,0	0,3	0,1	0,2	0,0	0,3	0,3	0,23

Abbildung 5.1: Das Zwei-Faktorenmodell; Rot:Faktorladungen im Intervall [0,7;1]; Blau:Faktorladungen im Interval [0,5;0,7]; Basis-, Person-, Sozial- und Individualkompetenz sind die vier Faktoren des theoretischen Modells von „SCHULQUAL“; Faktor 1 und Faktor 2 werden anhand der EFA gebildet

Die Urteile der Schüler zu den beiden Zeitpunkten

- Am Anfang des ersten Schuljahres: Faktor 1 kann durch die in Abbildung 5.1 gezeigten Items gebildet werden. Das Item 12 „Anpassungsfähigkeit“ besitzt die größte Faktorladung (0,7). Faktor 2 bezieht sich auf die Methodenkompetenz der Schüler, auf ihre Konzentration und ihre Belastbarkeit.
- Am Ende des ersten Schuljahres: Faktor 1 umfasst unterschiedliche Kompetenzdimensionen wie Items zur Belastbarkeit der Schüler, zur emotionalen Kontrolle, zum komunikativen Handeln, zu ihrer Anpassungsfähigkeit und zu ihrer Präzision. Faktor 2 umfasst das Item 2 „grundlegendes mündliches Sprachverständnis und mündliche Sprachproduktion“, das Item 3 „grundlegendes Leseverständnis und schriftliche Textproduktion“, das Item 4 „Methodenkompetenz“ und das Item 8 „Verantwortungsbewusstsein“.

Die Urteile der Betriebe zu den beiden Zeitpunkten

- Am Anfang des ersten Schuljahres: Faktor 1 umfasst unterschiedliche Kompetenzdimensionen wie Items zur Konzentration der Schüler, zu ihrer Belastbarkeit, zum Verantwortungsbewusstsein sowie zur Ordnung. Faktor 2 bezieht sich auf die Sozialkompetenz und umfasst außer Item 8 „Verantwortungsbewusstsein“ alle andere 4 Items, die im theoretischen Modell von „SCHULQUAL“ zu den Sozialkompetenzen gehören.
- Am Ende des ersten Schuljahres: Faktor 1 umfasst Person-, Sozial- und Individualkompetenzen wie Items zur Belastbarkeit der Schüler, zu ihrer Aufgeschlossenheit, zur Anpassungsfähigkeit, zur Ordung und zur Präzision. Faktor 2 beinhaltet zum Einen das grundlegende Leseverständnis und die schriftliche Textproduktion sowie zum Anderen die Methodenkompetenz.

Die Urteile der Lehrer zu den beiden Zeitpunkten

- Am Anfang des ersten Schuljahres : Faktor 1 umfasst unterschiedliche Kompetenzdimensionen wie Items zur Belastbarkeit der Schüler, zu ihrer emotionalen Kontrolle, zur Kritikfähigkeit, zur Anpassungsfähigkeit und zur Präzision. Faktor 2 beinhaltet solche Items, die theoretisch zu den Basiskompetenzen gehören, sowie das Item „Konzentration“.
- Am Ende des ersten Schuljahres: Faktor 1 umfasst unterschiedliche Kompetenzdimensionen wie Items zur Anpassungsfähigkeit der Schüler, zu ihrer Kritikfähigkeit, zur Präzision und zum Verantwortungsbewusstsein. Faktor 2 bezieht sich auf die Basiskompetenzen der Schüler, auf ihre Konzentrationsfähigkeit und ihre Belastbarkeit.

Zusammenfassend ist: Ein Zwei-Faktorenmodell kann im Rahmen der explorativen Faktorenanalyse gebildet werden. Anhand des Zwei-Faktorenmodells kann das theoretische Modell von „SCHULQUAL“ mit vier Faktoren nicht nachgewiesen werden. Aber das ist kein großer Widerspruch, weil die Basiskompetenz einen Faktor in den meisten Fällen bilden kann und Person-, Sozial- und Individualkompetenz gemeinsam einen Faktor bilden können. Damit können die Zuordnungen der Items zu den vier Faktoren des theoretischen Modells von „SCHULQUAL“ nicht zu viel geändert werden. Im Rahmen der explorativen Faktorenanalyse können die Faktorwerte mit Mplus nicht generiert werden. Daher wurde die Konfirmatorische Faktorenanalyse (CFA), um die Faktorwerte zu generieren, herangezogen.

5.2.4 Reliabilitätsanalyse der Skalen aus dem Zwei-Faktorenmodell

Hier werden die Skalen aus dem Zwei-Faktorenmodell auf ihrer Reliabilität geprüft. Im Rahmen der Reliabilitätsanalyse sind die Skalen äquivalent zu den Faktoren. Der Koeffizient der Trennschärfe (R(j) nach der Formel (3.11)) eines Items sollte wenigstens 0,50 betragen. Geringere Trennschärfekoeffizienten können Hinweise auf die Mehrdimensionalität einer Itemmenge sein.

Die Werte der Cronbach's Alpha-Koeffizienten (A nach der Formel 3.12) liegen zwischen 0 und 1. Je größer sein Wert ist, desto zuverlässiger beschreiben die Items gemeinsam die synthetische Variable. Der Cronbach's Alpha-Koeffizient sollte wenigstens 0,70 betragen. Wenn der Wert von Cronbach's Alpha größer als 0,70 ist, dann ist diese Skala hoch reliabel. In den Tabellen 9.7 - 9.12 im Anhang werden die korrigierten Trennschärfekoeffizienten (R(j))und Cronbach's Alpha-Koeffizienten (A) der Items, die gemeinsam die Skala 1 bzw. die Skala 2 bilden können, für alle sechs Gruppendaten dargestellt.

1. Die Urteile der Schüler am Anfang des ersten Schuljahres (Tabelle 9.7):
   - Die Werte der Trennschärfekoeffizienten aller Items liegen zwischen 0,48 und 0,68 bzw. zwischen 0,49 und 0,59 jeweils für die beiden Skalen vor. Der Trennschärfekoeffizient des Items 8 „Verantwortungsbewusstsein“ beträgt nur 0,48 d.h. das Item 8 hat keinen großen Einfluß auf die synthetische Variable (Skala 1). Die Koeffizienten von Item 4 „Methodenkompetenz“und Item 6 „Belastbarkeit“ betragen jeweils 0,49. Auf die Skala 2 haben die Items 5 und 6 geringere Einflüsse.
   - Die Cronbach's Alpha-Koeffizienten der beiden Skalen betragen jeweils 0,85 und 0,71. Sie sind hoch reliabel.
2. Die Urteile der Schüler am Ende des ersten Schuljahres (Tabelle 9.8):
   - Die Werte der Trennschärfekoeffizienten aller Items der Skala 1 liegen zwischen 0,51 und 0,75. Alle Items, die gemeinsam die Skala 1 bilden, haben signifikante Einflüsse auf die Skala 1. Die Trennschärfekoeffizienten der Items

in der Skala 2 betragen 0,45 bis zu 0,81. Das Item 3 „grundlegendes Leseverständnis und schriftliche Textproduktion“ hat keinen signifikanten Einfluß auf die Skala 2.

- Die Cronbach's Alpha-Koeffizienten (A) betragen 0,92 für die Skala 1 bzw. 0,83 für die Skala 2. Die beiden Skalen sind hoch reliabel.

3. Urteile der Lehrer am Anfang des ersten Schuljahres (Tabelle 9.9):

   - Die Trennschärfekoeffizienten der Items in der Skala 1 besitzen Werte von 0,54 bis zu 0,88. Sie korrelieren stark miteinander. Alle Items in der Skala 2 haben signifikante Einflüsse (R(j) zwischen 0,70 und 0,84) auf die Skala 2.
   - Die Cronbach's Alpha-Koeffizienten betragen jeweis 0,95 und 0,90 für die beiden Skalen. Sie sind hoch reliabel.

4. Die Urteile der Lehrer am Ende des ersten Schuljahres (Tabelle 9.10):

   - Die Werte der Trennschärfekoeffizienten aller Items in Skala 1 liegen zwischen 0,59 und 0,89. Auf die Skala 2 haben jedoch die Items, die gemeinsam die Skala 2 bilden können, signifikante Einflüsse (R(j) zwischen 0,74 und 0,85).
   - Die Cronbach's Alpha-Koeffizienten besitzen jeweils die Werte 0,95 und 0,92 für die beiden Skalen. Sie sind hoch reliabel.

5. Die Urteile der Betriebe am Anfang des ersten Schuljahres (Tabelle 9.11):

   - Die Trennschärfekoeffizienten der Items in der Skala 1 betragen 0,44 bis 0,89. Das Item 4 „Methodenkompetenz“ hat keinen signifikanten Einfluß (R(1)=0,44) auf die Skala 1. Die Items in der Skala 2 besitzen die Werte zwischen 0,74 und 0,82. Diese Items haben signifikante Einflüsse auf die Skala 2.
   - Die Cronbach's Alpha-Koeffizienten der beiden Skalen besitzen jeweils die Werte von 0,94 bzw. 0,90. Sie sind hoch reliabel.

6. Die Urteile der Betriebe am Ende des ersten Schuljahres (Tabelle 9.12):

   - Die Trennschärfekoeffizienten der Items in Skala 1 besitzen Werte zwischen 0,74 und 0,93. Sie haben beide signifikante Einflüsse auf die Skala 1. Die Items „grundlegendes Leseverständnis und schriftliche Textproduktion“ und „Methodenkompetenz“ korrelieren nicht stark miteinander (nur 0,35). Die beiden Items haben keine signifikanten Einflüsse auf die Skala 2 und weisen auf eine Mehrdimensionalität von der Skala 2 hin.
   - Die Skala 1 besitzt eine hohe Reliabilität (A=0,91). Im Vergleich dazu ist der Reliabilitätskoeffizient der Skala 2 sehr niedrig, nämlich nur 0,51.

5.3 Befunde der konfirmatorischen Faktorenanalyse und der Reliabilitätsanalyse

5.3.1 Befunde der konfirmatorischen Faktorenanalyse mit Mplus

Um die Faktorwerte zu generieren, werden in dieser Arbeit das Zwei-Faktorenmodell und das theoretische Modell von „SCHULQUAL“ mit den vier Faktoren als „a priori Wissen“ genutzt.

Zwei-Faktorenmodell

Anhand des Zwei-Faktorenmodells wird im Rahmen der konfirmatorischen Faktorenanalyse versucht, die Faktorwerte mit Mplus zu generieren. Wegen folgenden Gründen werden die Faktorenwerte nicht für alle Faktoren generiert:

- ohne Konvergenz;
- kein identifiziertes Modell;
- Residualvariance ist nicht positiv.

Das theoretische Modell von „SCHULQUAL“ mit den vier Faktoren

In diesem Schritt basiert die konfirmatorische Faktorenanalyse auf dem theoretischen Modell von „SCHULQUAL“ mit den vier Faktoren:

- Basiskompetenzen,
- Personkompetenzen,
- Sozialkompetenzen,
- und Individualkompetenzen.

In Tabelle 5.5 werden die Testergebnisse über Modellanpassung gezeigt. Da die Stichprobenumfänge von SBEII-Daten zu klein sind, kann vielleicht mittels SRMR auf die Modellanpassung geprüft werden. Der Wert von SMRM (Standardized Root Mean Square Residual) sollte kleiner als 0,10 sein. Der RMSEA ist nicht anwendbar, weil die Approximationsbedingungen der Chi-Quadrat Verteilung nicht erfüllt worden sind. Mittels SRMR kann man sagen, dass die Modellanpassung schlecht ist, weil die Werte von SRMR größer als 0,05 sind.

	RMSEA	SRMR
$BEtreibe - Anfang$	0,23	0,11
$Betriebe - Ende$	0,12	0,066
$Lehrer - Anfang$	0,18	0,087
$Lehrer - Ende$	0,25	0,11
$Schüler - Anfang$	0,17	0,11
$Schüler - Ende$	0,15	0,08

Tabelle 5.5: Werte von RMSEA und SRMR mit Mplus

Tabelle 9.13 im Anhang zeigt die Modellergebnisse der Z_t-Testtstatistiken. Wenn der Wert größer als 1,96 ist (kritischer Wert $Z_{1-0{,}05/2}$ der standardisierten Normalverteilung), wird die Nullhypothese auf dem Niveau 0.05 für diese Variable verworfen.

- Die Urteile der Schüler am Anfang des ersten Schuljahres: Da alle Werte der Z_t-Statistiken größer als 1,96 sind, werden die Nullhypothesen auf dem 5% - Signifikanzniveau für alle Variablen verworfen.
- Die Urteile der Schüler am Ende des ersten Schuljahres: Die Werte der Z-Statistiken für Basiskompetenzen liegen zwischen 1,06 und 1,26. Die Nullhypothese können auf dem 5%-Signifikanzniveau für diese vier Variablen nicht abgelehnt werden. Da alle Werte der Z_t-Statistiken für die anderen drei Teilgruppen „Personkompetenzen", „Sozialkompetenzen" und „Individualkompetenzen" größer als 1,96 sind, werden die Nullhypothese auf dem Niveau 0,05 für diese Variablen abgelehnt.
- Die Urteile der Lehrer am Anfang und am Ende des ersten Schuljahres:
  Weil alle Werte von Z_t größer als 1,96 sind, werden die Nullhypothese auf dem 5% - Signifikanzniveau zu den beiden Zeipunkten für alle Variablen abgelehnt.
- Die Urteile der Betriebe am Anfang und am Ende des ersten Schuljahres:
  Die geschätzten Koeffizienten von Basiskompetenzen zu den beiden Zeitpunkten (Ausnahme: Methodenkompetenz $Z_t > 1,96$) sind gleich Null. Auf dem 5% - Signifikanzniveau werden die Nullhypothesen in den anderen Fällen abgelehnt.

Zusammenfassend kann man sagen:

- Die Faktorenwerte vom Zwei-Faktorenmodell werden nicht mit Mplus generiert.
- Die Stichprobenumfänge von SBEII-Daten sind zu klein (zwischen 37 und 46). Deswegen ist der Chi-Quadrat Unabhängigkeitstest nicht anwendbar.
- Mittels Modellergebnisse kann man sagen, dass das theoretische Modell mit den Strukturen von SBEII-Daten nicht passt. Dies bedeutet, dass das theoretische Modell von „SCHULQUAL" mit den vier Faktoren schwer nachweisbar ist.

- Die Faktorenwerte der vier Faktoren von „SCHULQUAL“ können mittels der konfirmatorischen Faktorenanalyse mit Mplus nicht generiert werden. Die Gründe sind wie folgt:

  1. ohne Konvergenz;
  2. das Modell passt mit den Strukturen von SBEII-Daten nicht;
  3. Residualvariance ist nicht positiv.

5.3.2 Reliabilitätsanalyse über die vier Skalen des theoretischen Modells von „SCHULQUAL“

In diesem Schritt werden die vier Skalen des theoretischen Modells von „SCHULQUAL“ nach ihren Reliabilitäten geprüft und die Ergebnisse werden in den Tabellen 9.14 - 9.19 im Anhang wiedergegeben. Wenn die Werte der Cronbach's Alpha-Koeffizienten größer als 0,70 sind, dann kann man sagen, dass die entsprechenden Skalen hoch reliabel sind. Sind die Werte der Trennschärfekoeffizienten kleiner als 0,50, bedeutet, dass die Trennschärfe der entsprechenden Variablen hoch sind.

- Die Urteile der Lehrer zu den beiden Zeitpunkten (Tabelle 9.14 und 9.15): Mit den Lehrer-Daten werden jeweils vier hoch reliable Skalen zu den beiden Zeitpunkten gebildet. Die Reliabilitäten der Skalen am Ende des ersten Schuljahres sind höher als am Anfang des ersten Schuljahres geworden. Die Werte der Trennschärfekoeffizienten aller Items liegen über 0,50. Das bedeutet, dass alle Items eine geringere Trennschärfe aufweisen.
- Die Urteile der Betriebe zu den beiden Zeitpunkten (Tabelle 9.16 und 9.17): Die Basiskompetenzen sind zu den beiden Zeitpunkten nicht reliabel. Die Trennschärfekoeffizienten der Items in der Skala „Basiskompetenzen“ besitzen ebenfalls sehr niedrige Werte von -0,07 bis 0,37. Die anderen drei Kompetenzdimensionen von „SCHULQUAL“ werden jeweils drei hoch reliable Skalen mit den Betriebe-Daten zu den beiden Zeitpunkten gebildet. Diese Skalen sind am Ende reliabler als am Anfang des ersten Schuljahre geworden. Die Werte der Trennschärfekoeffizienten liegen über 0,70. Das bedeutet, dass die entsprechenden Items eine geringere Trennschärfe aufweisen.
- Die Urteile der Schüler zu den beiden Zeitpunkten (Tabelle 9.18 und 9.19): Die Basiskompetenzen und die Personkompetenzen werden keine reliable Skalen mit den Schüler-Daten gebildet. Die anderen zwei Skalen sind hoch reliabel.

Zusammenfassend ist:

- Die Basiskompetenz ist zu den beiden Zeitpunkten mit den Betriebe-Daten nicht reliabel.

- Die Basiskompetenz und die Personkompetenz sind zu den beiden Zeitpunkten mit den Schüler-Daten nicht reliabel.
- In den anderen Fällen sind alle Skalen hoch reliabel.
- Die Skalen sind am Ende reliabler als am Anfang des ersten Schuljahres geworden. Das bedeutet, dass die Kompetenzen der Schüler am Ende besser als am Anfang des ersten Schuljahres bewertet werden.

5.3.3 Korrelation der Skalenwerte

Gemäß der Informationen über Geburtsdatum, Geschlecht und Vornamen werden die Einschätzungen zu den beiden Zeitpunkten für gleiche Schüler identifiziert. 34 Schüler werden durch die Lehrer am Anfang und am Ende des ersten Schuljahres bezüglich ihrer Kompetenzen mit dem Beurteilungsinstrument „SCHULQUAL“ eingeschätzt. Zum Vergleich werden 32 Schüler durch Betriebe ebenfalls zu den beiden Zeitpunkten eingeschätzt. Nach der Identifikation werden jeweils zwei große Datensätze für die Urteile der Lehrer und die Urteile der Betriebe gebildet. Wegen der fehlenden Informationen können die Schüler-Daten nicht identifiziert werden. Da die Daten ordinal skaliert sind und jedes Item 7 Ausprägungsstufen aufweist, können sie als metrisch skalierte Daten betrachtet werden. Mit den neuen Datensätzen (jeweils Lehrer- und Betriebe-Daten) werden die Skalenwerte für die vier Faktoren des theoretischen Modells von „SCHULQUAL“ mit SPSS generiert.

Die Scatterplots und die Bravais-Pearson Korrelationskoeffizienten werden in den Abbildungen 9.7 - 9.10 im Anhang wiedergegeben.

- Die Skalenwerte der Basiskompetenzen: Die Korrelation ist mit Betriebe-Daten auf dem 5% Signifikanzniveau nicht signifikant. Aber mit Lehrer-Daten ist sie auf dem 5% Niveau signifikant (p-Wert=0,000).
- Die Skalenwerte der Personkompetenzen: Der lineare Zusammenhang zwischen den beiden Skalen ist mit Betriebe-Daten auf dem 5% Niveau nicht signifikant. Die Bravais-Pearson Korrelation der Faktorwerte mit den Lehrer-Daten zeigt eine Korrelation von 0,47 auf.
- Die Skalenwerte der Sozialkompetenzen: Die Korrelationen sind sowohl mit den Betriebe-Daten als auch mit den Lehrer-Daten auf dem 5% Niveau signifikant.
- Die Skalenwerte der Individualkompetenzen: Es lassen sich die Bravais-Pearson Korrelationen von 0,12 bzw. 0,52 jeweils mit den Betriebe- und Lehrer-Daten berechnet.

Es ist anhand der oben angeführten Plots und Bravais-Pearson Korrelation zu zeigen, dass ein starker linearer Zusammenhang zwischen den Skalen zu den beiden Zeitpunkten für Lehrer-Daten abgebildet werden kann. Für Betriebe-Daten besteht ein starker linearer Zusammenhang nur zwischen den Sozialkompetenzen zu den beiden Zeitpunkten. In den anderen Fällen mit den Betriebe-Daten sind die Korrelationen zwischen den Skalenwerten auf dem 5% Niveau nicht signifikant.

6 Anwendung von Data Mining-Verfahren

Anhand der Faktorenanalyse werden lineare Zusammenhänge zwischen den Items geprüft. Um nicht lineare Zusammenhänge zwischen den Items zu finden, werden in dieser Arbeit die Assoziationsregeln- und Entscheidungsbäume-Verfahren, die für ordinale Variablen geeignet waren, mit Weka 3.5 durchgeführt. Im Rahmen des Data Mining-Verfahrens werden die originalen SBEII-Daten verwendet.

6.1 Generierung der stärkeren Assoziationsregeln

Um starke Regeln aus den häufigen Itemsets zu generieren, werden Assoziationsregeln mit SBEII-Daten durchgeführt. In Tabelle 6.1 werden starke Assoziationsregeln wiedergegeben. Im vorliegenden Fall ergeben sich für den min-Support ein Wert von 0,20 und für die min-Confidence ein Wert von 1. Mit ZF und TM werden jeweils das Zwei-Faktorenmodell und das theoretische Modell bezeichnet. Anhand der Tabelle 6.1 ist abzulesen, dass in den meisten Fällen diese Items, die gemeinsam eine Regel bilden können, zu einer Gruppe(Faktor) im Zwei-Faktorenmodell gehören. Im gengensatz dazu gehoren die häufigen Items in den meisten Fällen nicht zu einer Gruppe im theoretischen Modell. Zum Beispiel werden 24% der Berufsschülern durch Lehrkräfte bezüglich der Kompetenzen „grundlegendes mündliches Sprachverständnis und mündliche Sprachproduktion“ und „grundlegendes Leseverständnis und schriftliche Textproduktion“ jeweils mit der Stufe 4 „weitgehend vorhandenen Ausbildungsfähigkeit“ eingeschätzt.

Zusammenfassend ist:

- Starke Regeln sind in den anderen Gruppendaten nicht wiederholt.
- In den meisten Fällen gehören die häufigen Itemsets nicht immer zu einem Faktor im thoeretischen Modell von „SCHULQUAL“.

6.2 Mosaic Plots mit Software Mondrian

In diesem Schritt sind die Mosaic Plots der Items, die gemeinsam einen Faktor im theoretischen Modell von „SCHULQUAL“ bilden, in den Abbildungen 9.11 - 9.16 im Anhang gegeben. Es wird hier Software Mondrian genutzt. Die häufigen Itemsets werden mittels der zugehörigen Mosaic Plots zusammengefasst und in den Tabellen 6.2 und 6.3

supp.	conf.	Regeln	ZF	TM
		Lehrer am anfang		
0, 24	1	Sprachverst.=Stufe4⇒Leseverst.=Stufe4	ja	ja
0, 22	1	Leseverst.=Stufe2⇒Sprachverst.=Stufe2	ja	ja
0, 20	1	Rechenverst.=Stufe3 Konzentr..=Stufe2⇒Methodenk.=Stufe2	ja	nein
0, 20	1	Leseverst.=Stufe3 Belastbark.=Stufe2⇒Sprachverst.=Stufe3	nein	nein
0, 20	1	Belastbark.=Stufe3 Präzision=Stufe3⇒Konzentr.=Stufe2	ja	nein
0, 20	1	Belastbark.=Stufe2 Anpassungsf.=Stufe3⇒Kritikf.=Stufe3	ja	nein
		Lehrer am Ende		
0, 20	1	Methodenk.=Stufe3 Belastbark.=Stufe3⇒Konzentr.=Stufe3	ja	nein
0, 20	1	Methodenk.=Stufe3 Verantwort.=Stufe3⇒Konzentr.=Stufe3	ja	nein
0, 20	1	Verantwort.=Stufe3 Präzision=Stufe3⇒Konzentr.=Stufe3	ja	nein
		Betriebe am Anfang		
0, 20	1	Belastbark.=Stufe1⇒Verantwort.=Stufe1	ja	nein

Tabelle 6.1: Starke Assoziationsregeln: min-sup=0,20, min-conf=1, ja=Itemsets gehören zu einer Gruppe, nein=Itemsets gehören nicht zu einer Gruppe, ZF=das Zwei-Faktorenmodell, TS=das theoretische Modell mit vier Faktoren

Basiskompetenzen	Lehrer	am Anfang
Rechenverständnis	Stufe3	Stufe4
Sprachverständnis	Stufe3	Stufe4
Leseverständnis	Stufe3	Stufe4
Methodenkompetenz	Stufe2	Stufe3
Beobachtungen	7	7

Tabelle 6.2: Häufige Itemsets „Basiskompetenz“ für Lehrer-Daten am Anfang des ersten Schuljahres

dargestellt. Sieben Schüler werden am Anfang des ersten Schuljahres bezüglich ihrer Basiskompetenzen mit den Stufen der wenig bzw. teils vorhandenen Ausbildungsfähigkeit durch die Lehrkräfte eingeschätzt. Andere sieben Schüler werden am Anfang des ersten Schuljahres bezüglich ihrer Basiskompetenzen mit den Stufen der teils bzw. weitgehend vorhandenen Ausbildungsfähigkeit durch die Lehrkräfte eingeschätzt. Die Schüler haben in den meisten Fällen bezüglich ihrer Personkompetenzen mit der Stufe der teils vorhandenen Ausbildungsfähigkeit selbst eingeschätzt.

Personkompetenzen	Lehrer Anfang	Lehrer Anfang	Lehrer Ende	Schüler Anfang
Konzentration	Stufe2	Stufe3	Stufe3	Stufe3
Belastbarkeit	Stufe2	Stufe3	Stufe3	Stufe3
Aufgeschlossenheit	Stufe2	Stufe3	Stufe4	Stufe3
Beobachtungen	7	7	7	7

Tabelle 6.3: Personkompetenzen jeweils für Lehrer-Daten zu den beiden Zeitpunkten und Schüler-Daten am Anfang des ersten Schuljahres

6.3 Befunde der Entscheidungsbäume

Das Entscheidungsbaum-Verfahren wird in dieser Arbeit mit der Software Weka 3.5 durchgeführt.

6.3.1 Klassifikation jedes Items unter Berücksichtigung der Items innerhalb der Teilgruppe

Es wird die Klassenzuordnung jedes Items, welches als abhängige Variable definiert wird, durch diese Items vorhergesagt, die mit der abhängigen Variabe theoretisch gemeinsam einen Faktor des theoretischen Modells von „SCHULQUAL“ bilden können. In den Abbildungen 9.17 und 9.18 im Anhang werden die Anteile der korrekt klassifizierten Instanzen und die Kappa-Koeffizienten dargestellt. Wenn der Anteil der korrekt klassifizierten Instanzen größer als 0,5 ist, dann kann man sagen, dass die Vorhersage gut ist. Kappa - Koeffizienten besitzen die Werte zwischen -1 und 1. Je näher der Wert des Kappa-Koeffizients an 1 ist, desto besser stimmen die beobachteten und vorhergesagten Klassenzuordnungen überein. Wenn der Wert des Kappa-Koeffizients kleiner als 0 (negativ) ist, dann kann man sagen, dass der Anteil der übereinstimmenden Beurteilungen, der bei zufälliger Bewertung erwartet würde, größer als der beobachteten Anteil der übereinstimmenden Beurteilungen; umgekehrt ist es, wenn der Werte des Kappa - Koeffizients positiv ist. Die beiden Anteile sind gleich bzw. sie sind beide gleich 0, wenn der Wert des Kappa - Koeffizients gleich 0 ist. Die Klassenzuordnungen der Items „grundlegendes mündliches Sprachverständnis und mündliche Sprachproduktion“ und „grundlegendes Leseverständnis un schriftliche Textproduktion“ werden mehr als 80% richtig vorhergasagt und die entsprechenden Kappa-Koeffizienten besitzen jeweils einen Wert von 0,82.

Die Anteile der korrekt klassifizierten Instanzen liegen meistens zwischen 0,3 und 0,5. Das bedeutet, dass die Vorhersage nicht so gut ist. Die entsprechenden Kappa - Koeffizienten besitzen in den meisten Fällen die Werte 0 bis 0,4. Das bedeutet, dass die entsprechenden Übereinstimmungsmaße sehr niedrig sind.

6.3.2 Klassifikation jedes Items unter Berücksichtigung aller Items

Um die Vorhersage zu verbessern, wird die Klassenzuordnung jedes Items, das als abhängige Variable definiert wird, durch alle anderen Items vorhergesagt. Abbildung 9.19 im Anhang zeigt den Anteil der korrekt klassifizierten Instanzen jedes Items für sechs Gruppendaten. Die Anteile der korrekt klassifizierten Instanzen liegen bei 0,1 bis 0,9, aber in den meisten Fällen liegen sie unter 0,5. Das bedeutet, dass die Vorhersagen in den meisten Fällen sehr schlecht sind. Anhand der Abbildung 9.19 im Anhang ist abzulesen, dass die Klassenzuordnung des Items 2 (und Item 3) „grundlegendes Sprachverständnis und mündliche Sprachproduktion“ durch die anderen Items für Lehrer-Daten gut vorhergesagt wird, da der Anteil der korrekt klassifizierten Instanzen über 0,80 liegt. In Abbildung 9.20 im Anhang werden die Werte der Kappa-Koeffizienten dargestellt. Die Kappa-Statistik ist das Übereinstimmungsmaß der Beurteilungen der gleichen Objekte durch zwei Personen, und wird nach der Formel (4.5) berechnet. Der Wertebereich der Kappa-Statistik ist zwischen -1 bis 1. In dieser Arbeit liegen die Werte der Kappa-Koeffizienten in den meisten Fällen zwischen 0 und 0,4. Das bedeutet, dass die entsprechenden Übereinstimmungsmaße zu klein sind.

Abbildung 9.21 im Anhang zeigt die Entscheidungsbäume des Items 2 „grundlegendes mündliches Sprachverständnis und mündliche Sprachproduktion“ jeweils von Lehrer-Daten am Anfang des ersten Schuljahres und Betriebe-Daten am Ende des ersten Schuljahres. Das Item 2, das durch die Lehrer am Anfang des ersten Schuljahres eingeschätzt wird, besitzt den größten korrekt klassifizierten Anteil der Instanzen (0,87) im Vergleich zu den anderen Items, die am Anfang des ersten Schuljahres jeweils durch Lehrer, Betriebe und Schüler eingeschätzt werden. Am Ende des ersten Schuljahres besitzt der Anteil der korrekt klassifizieten Instanzen des Items 2, das durch die Betiebe am Ende des ersten Schuljahres eingeschätzt wird, den größten Wert, nämlich 0,71.

6.3.3 Quotienten

Um die Frage zu beantworten, ob die Vorhersage nach der Zunahme der Items verbessert werden kann, werden Quotienten (Q) gebildet, die nach der folgenden Formel berechnet werden können:

$$Q(j) = \frac{P_G(j)}{P_A(j)}; j = 1, \ldots, 15$$

- $P_A(j)$ ist der Anteil der korrekt klassifizierten Instanzen des Items j unter Berücksichtigung aller Items
- $P_G(j)$ ist der Anteil der korrekt klassifizierten Instanzen des Items j unter Berücksichtigung der Items, die mit dem Item j im theoretischen Modell von „SCHULQUAL“ zu einem Faktor gehören.
- Wenn Q(j) größer als 1 ist, dann kann die Klassenzuordnung des Items j durch diese Items, die mit dem Item j im theoretischen Modell von „SCHULQUAL“

gemeinsam einen Faktor bilden können, viel besser als durch alle anderen Items vorhergesagt werden. Das bedeutet, dass die Zunahme der weiteren Items die Vorhersage verschlechtert. Wenn Q(j) kleiner als 1 ist, verbessert die Zunahme der weiteren Items die Vorhersage der Klassenzuordnung des Items j.

In Abbildung 9.22 im Anhang werden die Quotienten für alle sechs Gruppendaten dargestellt. Die Quotienten schwanken um den Wert 1. Die Werte von Q(j) liegen in den meisten Fällen über 1. Das bedeutet, dass die Vorhersage durch die Zunahme der Items nicht in allen Fällen verbessert werden kann. In den einigen Fällen sind die Quotienten größer als 2 z.B. die Quotienten von Basiskompetenzen für Betriebe-Daten und die Quotienten des Items 14 „Ordnung“ für Schüler-Daten zu den beiden Zeitpunkten.

Anhand der Abbildung 9.22 kann man sagen, dass die Vorhersage der Klassenzuordnung des Items durch die Zunahme der Items nicht verbessert werden kann.

6.3.4 Befunde der Entscheidungsbäume nach der Stufenumkodierung

Um die Vorhersage zu verbessern, werden die Ausprägungsstufen des Items von „SCHULQUAL“ umkodiert und in Tabelle 6.4 wiedergegeben. Nach der Umkodierung der Ausprägungsstufen werden Klassenzuordnungen aller Items vorhergesagt. In Abbildung 9.23 im Anhang werden die Anteile der korrekt klassifizierten Instanzen dargestellt. Die Werte der „Kappa-Koeffizienten“ sind in Abbildung 9.24 im Anhang gegeben. Der Anteil der korrekt klassifizierten Instanzen des Items 1, das durch die Praktikumsbetriebe bzw. Bildungsträger am Ende des ersten Schuljahres eingeschätzt wird, liegt unter 0,20. Das bedeutet, dass sich die Vorhersage der Klassenzuordnung des Items 1 nach der Stufenumkodierung nicht verbessert. Aber durch die Stufenumkodierung werden die Vorhersagen der Klassenzuordnungen der Personkompetenzen, der Sozialkompetenzen und der Individualkompetenzen verbessert. Der Anteil der korrekt klassifizierten Instanzen ist in den meisten Fällen größer als 0,60. Die bedeutet, dass die Vorhersage der Klassenzuordnung des Items durch die Stufenreduktion verbessert wird. Die Werte der Kappa-Koeffizienten liegen in den meisten Fällen zwischen 0,2 und 0,6. Die Übereinstimmungsmaße dieser drei Kompetenzdimensionen „Personkompetenz, Sozialkompetenz und Individualkomptenz“ sind am Ende des ersten Schuljahres im Vergleich zum Anfangszeitpunkt jeweils für die einzelnen Beurteilungen durch Lehrer, Betriebe und Schüler gestiegen.

Zusammenfassend ist:

- Die Klassenzuordnung des Items kann durch die Items unter Berücksichtigung der Items innerhalb einer Teilgruppe im theoretischen Modell von „SCHULQUAL“ nicht so gut vorhergesagt werden, weil der Anteil der Korrekt klassifizierten Instanzen in den meisten Fällen unter 50% liegt.
- Die Klassenzuordnung des Items wird durch die Items unter Brücksichtigung aller Items vorhergesagt. In den meisten Fällen ist der Anteil der korrekt klassifizierten Instanzen kleiner als 50%. Das bedeutet, dass die Vorhersage nicht gut ist.

	neue Stufe	originale Stufe
1	Stufe 1	Stufe 0
2		Stufe 1
3	Stufe 2	Stufe 2
4		Stufe 3
5	Stufe 3	Stufe 4
6		Stufe 5
7		Stufe 6

Tabelle 6.4: Stufenumkodierung

- Um die Vorhersage zu verbessern, werden die Ausprägungsstufen umkodiert. Da der Anteil der korrekt klassifizierten Instanzen in den meisten Fällen größer als 60% ist, kann man sagen, dass die Vorhersage durch Stufenumkodierung verbessert werden kann.

7 Zusammenfassung

Imputation der fehlenden Werte wurden jeweils vier Mal nur mit den Betriebe-Daten zu den beiden Zeitpunkten durchgeführt. Mit allen 8 Gruppen Betriebe-Daten wurden Faktorenanalysen durchgeführt. In dieser Arbeit wurden nur die Ergebnisse von zwei mittleren Datensätzen (jeweils zu den beiden Zeitpunkten) gezeigt, und die Ergebnisse von anderen Datensätzen sind auf beiliegender CD verfügbar. Im Rahmen dieser Arbeit erfolgten die explorative Faktorenanalyse und die konfirmatorische Faktorenanalyse unter Mplus, da SBEII-Daten ordinal skaliert waren.

1. Im Rahmen der explorativen Faktorenanalyse wurde ein Zwei-Faktorenmodell gebildet. Das Zwei-Faktorenmodell konnte mit dem theoretischen Modell von „SCHULQUAL“ mit den vier Faktoren nicht übereinstimmen. Dies ist aber kein großer Widerspruch, da im Zwei-Faktorenmodell die Basiskompetenz einen Faktor bilden kann und die anderen drei Kompetenzen (Person-, Sozial-, und Individualkompetenz) gemeinsam einen Faktor bilden können. Die Skalen vom Zwei-Faktorenmodell wurden nach ihren Reliabilitäten untersucht. Nur die Skala 2 mit den Betriebe-Daten am Ende des ersten Schuljahres ist nicht reliabel. In anderen Fällen sind alle Skalen hoch reliabel gewesen. Die Faktorwerte können im Rahmen der EFA unter Mplus nicht generiert werden. Daher wurde die konfirmatorische Faktorenanalyse herangezogen, um die Faktorwerte zu generieren.

2. Im Rahmen der konfirmatorischen Faktorenanalyse wurde im ersten Schritt das Zwei-Faktorenmodell als „a priori Wissen“ benutzt, dabei wurde versucht, die Faktorwerte zu generieren. Aber aus folgenden Gründen wurden die Faktorwerte mit Mplus nicht generiert:

   - Ohne Konvergenz.
   - Das Modell passt nicht mit den Strukturen von SBEII-Daten.
   - Die Residualvariance ist nicht positiv.

   Im nächsten Schritt wurde das theoretische Modell von „SCHULQUAL“ mit den vier Faktoren als Basismodell genutzt. Die Faktorwerte wurden mit Mplus nicht für alle Faktoren generiert, da das theoretische Modell von „SCHULQUAL“ mit den vier Faktoren mit den Strukturen von SBEII-Daten nicht übereinstimmen konnte. Die vier Skalen des theoretischen Modells von „SCHULQUAL“ wurden auch nach ihren Reliabilitäten überprüft. Es wurden zwei Ausnahmen gebildet: Die Basiskompetenz ist mit Betriebe-Daten zu den beiden Zeitpunkten und die

Personkompetenz mit den Schüler-Daten zu den beiden Zeitpunkten nicht reliabel. In den anderen Fällen sind die vier Faktoren hoch reliabel. Das theoretische Modell von „SCHULQUAL“ mit den vier Faktoren ist im Rahmen der CFA nicht nachweisbar.

Im nächsten Schritt wurden SBEII-Daten als metrisch skalierte Daten betrachtet und die Werte von vier Skalen des theoretischen Modells von „SCHULQUAL“ mit SPSS generiert. Die Korrelationen der jeweiligen Skalenwerte waren bei den Lehrer-Daten zwischen den beiden Zeitpunkten auf einem Niveau von 5% signifikant. Bei den Betriebe-Daten zeigte eine signifikante Korrelation zwischen den Skalenwerten der Sozialkompetenzen zu den beiden Zeitpunkten auf dem 5% Niveau auf. Die Schüler-Daten wurden hier in diesem Schritt wegen fehlenden Informationen nicht berücksichtigt.

Im Rahmen der Faktorenanalyse wurden die linearen Zusammenhänge zwischen den Items untersucht. Es wurden die nicht linearen Zusammenhänge zwischen den Items mittels Assoziationsregeln und Entscheidungsbäume geprüft. Im Rahmen der Assoziationsregeln hatte man keine bedeutsamen Informationen über die nicht linearen Zusammenhänge zwischen den Items erhalten. Im Bereich der Entscheidungsbäume wurde im ersten Schritt die Klassenzuordnung jedes Items durch die Items innerhalb einer Teilgruppe (Sie gehören im theoretischen Modell zu einem Faktor) vorhergesagt, aber der korrekt klassifizierte Anteil war in den meisten Fällen kleiner als 0,50. Das bedeutet, die Prognose war nicht klar bzw. realistisch. Im zweiten Schritt wurde angenommen, dass die Prognose durch die Zunahme der Anzahl der Items verbessert, und dann die Klassenzuordnung jedes Items unter Berücksichtigung aller Items vorhergesagt werden kann. Bedauerlicherweise konnte durch die Zunahme der Anzahl der Items, die Vorhersage nicht verbessert werden. Letztendlich wurden die Ausprägungsstufen des Items reduziert. Nach der Reduktion der Ausprägungsstufen wurde die Vorhersage viel besser als in den ersten beiden Schritten. Die Entscheidungsbäume konnten wieder keine entscheidenden Informationen über die nicht linearen Zusammenhänge zwischen den Items liefern können.

Die folgenden Fragestellungen, wie die Beziehungen der einzelnen Beurteilungen jeweils zu den beiden Zeitpunkten untereinander stehen und ob es Veränderungen zwischen den beiden Zeitpunkten gibt, konnten im Rahmen dieser Arbeit nicht beantwortet werden, weil die Faktorwerte mit Mplus nicht generiert wurden.

8 Literaturverzeichnis

- Achtenhagen, F.(2005). Berufsbildungsforschung und Steuerung institutionalisierter beruflicher Bildung. Einige Aspekte der Output- und Outcome-Erfassung. in Buer, J. van & Zlatkin-Troitschanskaia, O. (Hrsg), Adaptivität und Stabilität der Berufsausbildung - theoretische und empirische Untersuchungen zur Berliner Berufsbildungslandschaft. Frankfurt a. M.: Lang, 377-397.

- Blankertz, H.(1982). Die Geschichte der Pädagogik. Von der Aufklärung bis zur Gegenwart. Wetzlar.

- Browne, M.W. & Cudeck, R.(1993) Alternative ways of assessing model fit. In K.A. Bollen & J.S.Long(Eds.), *Testing structural equation models* (pp. 136-162) Newbury Park, CA: Sage.

- Buer, J. van & Zlatkin-Troitschanskaia, O. (2005). Kompetenzentwicklung in der beruflichen Vorbereitung und Ausbildung, Band 7.1 und Band 7.2.

- Härdle, W. & Simar, L.(2003). *Applied Multivariate Statistical Analysis*, Springer.

- Huisinga, R. Lisop, I & Steier, H.-D.(1999). Lernfeldorientierung - Konstruktion und Unterrichtspraxis. Frankfurt a. M.: Verlag der Gesellschaft zur Föderung arbeitsorientierter Forschung und Bildung.

- Hu, L. & Bentler, P.(1995). Evaluating model fit. In R.H.Hoyle(Ed.), *Structural equation modeling, Concepts, issues, an applications* (pp. 76-99). London: Sage.

- Hu, L. & Bentler, P.M.(1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: *Conventional criteria versus newalternatives Structural Equation Modeling*, 6. 1-55.

- Insightful Miner ^{TM} 7 *User's Guide* (2005).

- Jöreskog, K.G.; & Sörbom, D.(1993). *Structural equation modeling with the SIMPLIS command language.* Chicago: Sceintific Software.

- Muthén, B. (1998). *Mplus User's Guide.*

- Olsson, U.; Drasgow, F. & Dorans, N.J.(1982). The Polyserial Correlation Coefficient. *Psychometrika*, 47(3): 337-347.

- Olsson, U.(1979). Maximum Likelihood estimation of the polychoric correlation coefficient. *Polychometrika*, 44: 443-460.

- Rönz, B. (2000). *Computergestützte Statistik I*.
- Rönz, B. (2000). *Computergestützte Statistik II*, Kapitel 2 und 4.
- Schafer, J.L. & Graham, J.W. (2002). Missing Data: Our View of the State of the Art. *Psychological Methods*, 147-177.
- Unwin, A. (2003). *Mosaic Plots for Categorical Data*.
- Witten, I.H. & Frank, E. (2005), *Data Mining*, 2ED., Morgan Kaufmann.

9 Anhang

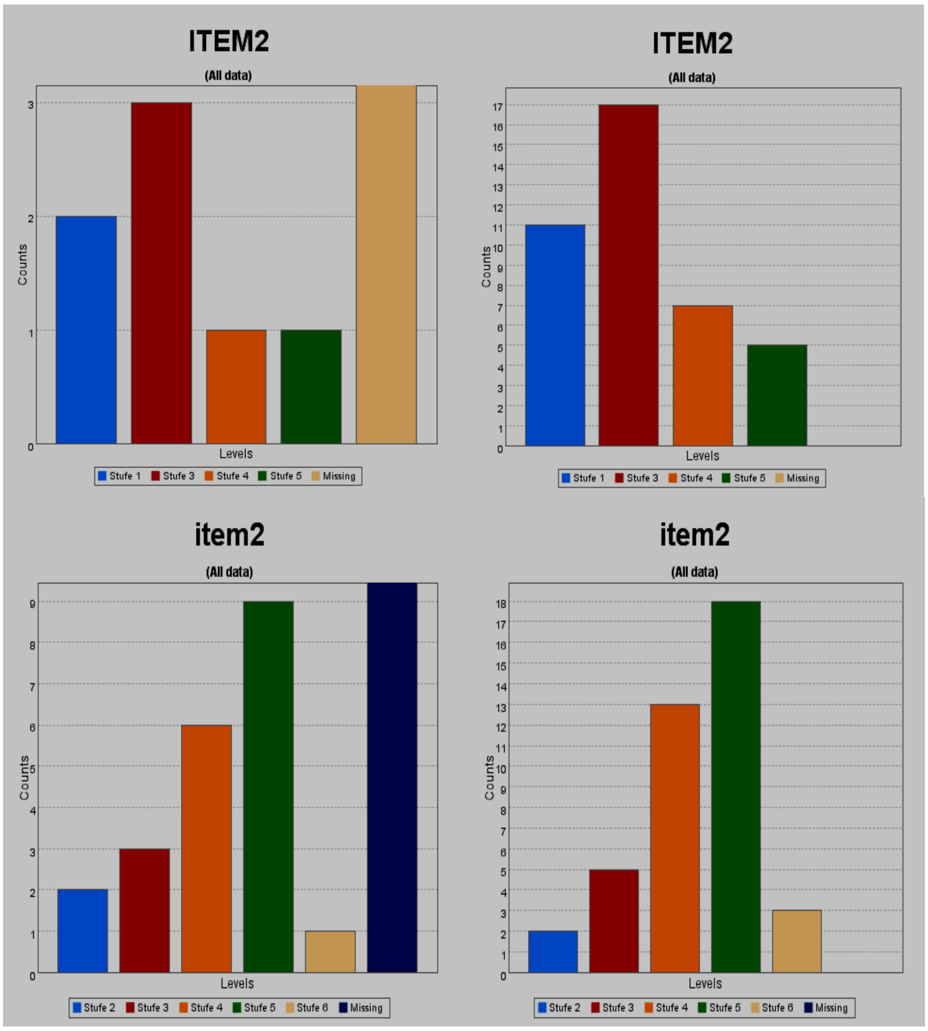


Abbildung 9.1: Balkendiagramm vom Item 2

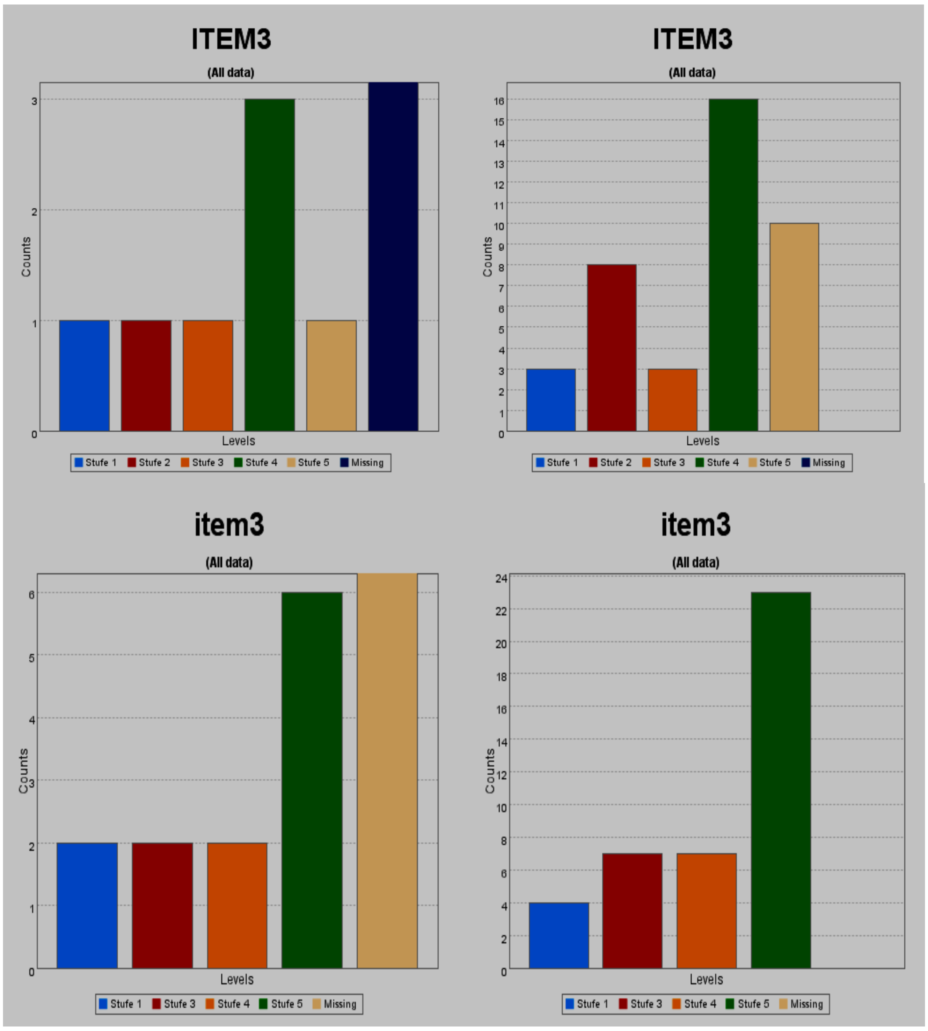


Abbildung 9.2: Balkendiagramm vom Item 3

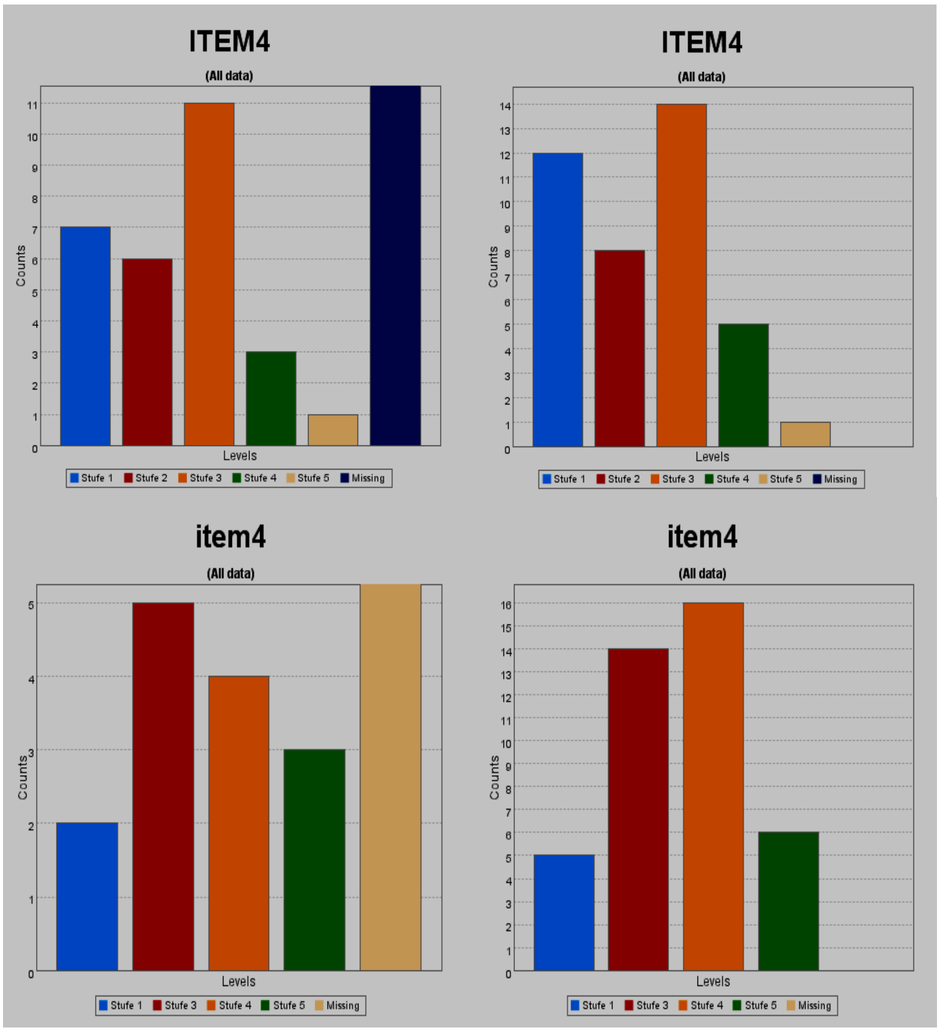


Abbildung 9.3: Balkendiagramm vom Item 4 „Methodenkompetenz“

	Lehrer mode	am Anfang Entropie	Lehrer mode	am Ende Entropie
*Item*1	4	0,40	4	0,49
*Item*2	4	0,37	5	0,49
*Item*3	4	0,37	4	0,49
*Item*4	3	0,38	3	0,43
*Item*5	4	0,38	4	0,43
*Item*6	3	0,38	4	0,44
*Item*7	3	0,37	5	0,44
*Item*8	3	0,37	4	0,44
*Item*9	2	0,43	4	0,43
*Item*10	4	0,40	3	0,40
*Item*11	4	0,39	4	0,40
*Item*12	4	0,39	4	0,43
*Item*13	2	0,46	2	0,45
*Item*14	3	0,42	4	0,47
*Item*15	4	0,36	4	0,45

Tabelle 9.1: Entropie Koeffizienten: Lehrer-Beurteilung

	Schüler mode	am Anfang Entropie	Schülerr mode	am Ende Entropie
*Item*1	5	0,33	5	0,45
*Item*2	4	0,36	4	0,44
*Item*3	4	0,38	4	0,43
*Item*4	3	0,43	2	0,47
*Item*5	4	0,43	4	0,42
*Item*6	4	0,41	4	0,44
*Item*7	4	0,39	6	0,43
*Item*8	5	0,41	6	0,45
*Item*9	5	0,47	5	0,46
*Item*10	4	0,41	6	0,45
*Item*11	5	0,44	5	0,42
*Item*12	6	0,42	5	0,42
*Item*13	5	0,44	4	0,49
*Item*14	5	0,40	5	0,40
*Item*15	4	0,43	4	0,37

Tabelle 9.2: Entropie Koeffizienten: Selbsteinschätzung

	Betriebe mode	am Anfang Entropie	Betriebe mode	am Ende Entropie
$Item1$	4	0,27	5	0,43
$Item2$	4	0,35	6	0,36
$Item3$	5	0,39	6	0,31
$Item4$	4	0,39	5	0,44
$Item5$	5	0,46	4	0,48
$Item6$	4	0,48	3	0,44
$Item7$	5	0,46	4	0,45
$Item8$	2	0,47	4	0,49
$Item9$	5	0,47	5	0,45
$Item10$	5	0,46	4	0,48
$Item11$	5	0,43	5	0,48
$Item12$	5	0,46	5	0,45
$Item13$	5	0,50	5	0,50
$Item14$	2	0,43	4	0,49
$Item15$	5	0,46	3	0,49

Tabelle 9.3: Entropie Koeffizienten: Betriebe-Beurteilung

	Lehrer am Anfang	erklärte Varianz	Lehrer am Ende	erklärte Varianz
1	9,45	0,63	9,73	0,65
2	1,80	0,75	2,03	0,78
3	0,98	0,82	0,91	0,84
4	0,76	0,87	0,76	0,89
5	0,59	0,91	0,48	0,92
6	0,39	0,93	0,33	0,94
7	0,36	0,95	0,28	0,96
8	0,25	0,97	0,17	0,97
9	0,19	0,98	0,12	0,98
10	0,12	0,99	0,09	0,99
11	0,08	0,99	0,07	099
12	0,07	1,00	0,05	1,00
13	0,02	1,00	0,01	1,00
14	-0,02	1,00	-0,003	1,00
15	-0,05	1,00	-0,02	1,00
$Eigen-wert > 1$	2 Faktoren		2 Faktoren	

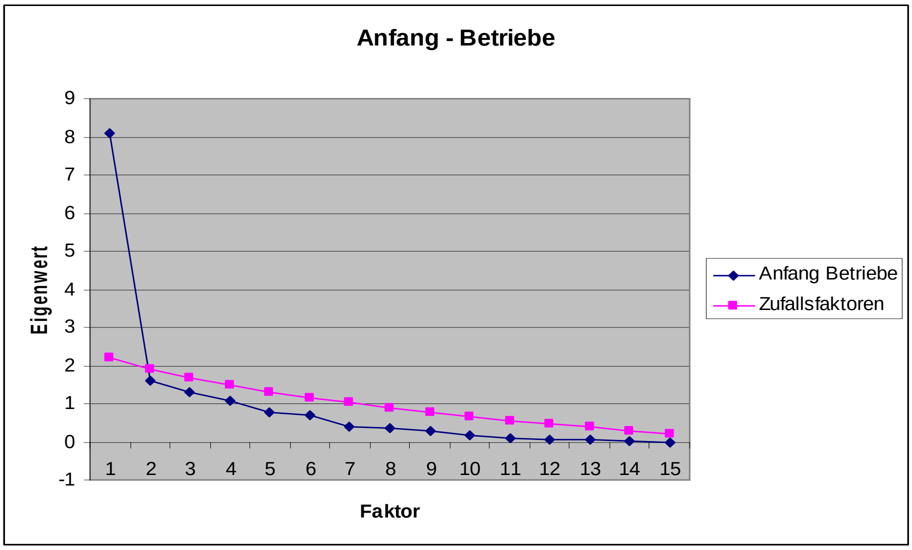
Tabelle 9.4: Eigenwerte von Lehrer-Daten

	Betriebe am Anfang	erklärte Varianz	Betriebe am Ende	erklärte Varianz
1	8,09	0,54	9,43	0,63
2	1,62	0,65	1,36	0,72
3	1,31	0,74	1,22	0,80
4	1,09	0,81	0,88	0,86
5	0,78	0,86	0,59	0,90
6	0,67	0,90	0,47	0,93
7	0,40	0,93	0,35	0,95
8	0,36	0,95	0,28	0,97
9	0,27	0,97	0,18	0,98
10	0,16	0,98	0,15	0,99
11	0,08	0,99	0,06	1,00
12	0,07	1,00	0,05	1,00
13	0,04	1,00	0,02	1,00
14	0,03	1,00	-0,004	1,00
15	-0,004	1,00	-0,009	1,00
$Eigen-wert > 1$	4 Faktoren		3 Faktoren	

Tabelle 9.5: Eigenwerte von Betriebe-Daten

	Schüler am Anfang	erklärte Varianz	Schüler am Ende	erklärte Varianz
1	6,20	0,41	7,69	0,51
2	1,73	0,53	1,57	0,62
3	1,43	0,63	1,14	0,69
4	1,11	0,70	0,75	0,74
5	0,92	0,76	0,71	0,79
6	0,86	0,82	0,66	0,84
7	0,59	0,86	0,57	0,87
8	0,57	0,90	0,54	0,91
9	0,47	0,93	0,43	0,94
10	0,37	0,95	0,32	0,96
11	0,16	0,97	0,22	0,97
12	0,25	0,99	0,18	0,99
13	0,15	1,00	0,12	0,99
14	0,07	1,00	0,08	1,00
15	0,05	1,00	0,01	1,00
Eigen–wert > 1	4 Faktoren		3 Faktoren	

Tabelle 9.6: Eigenwerte von Schüler-Daten



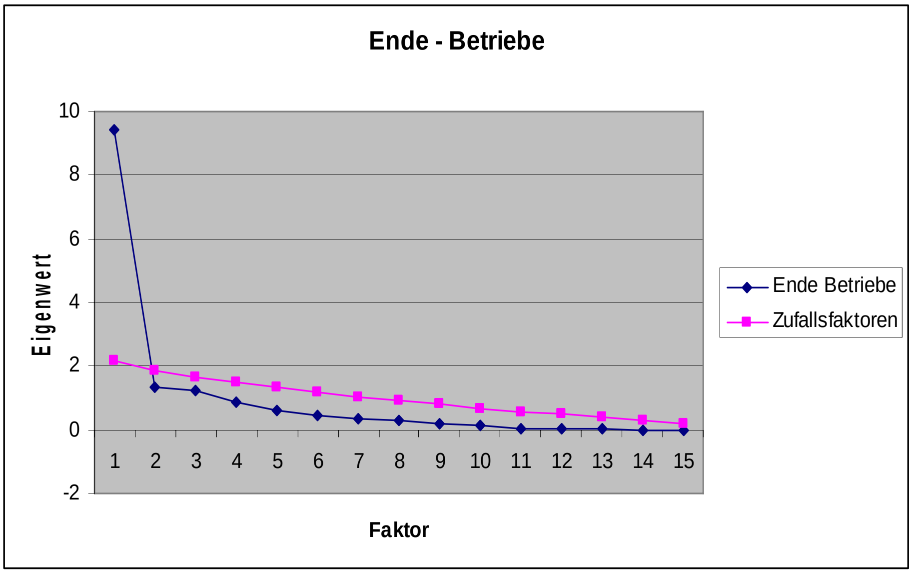
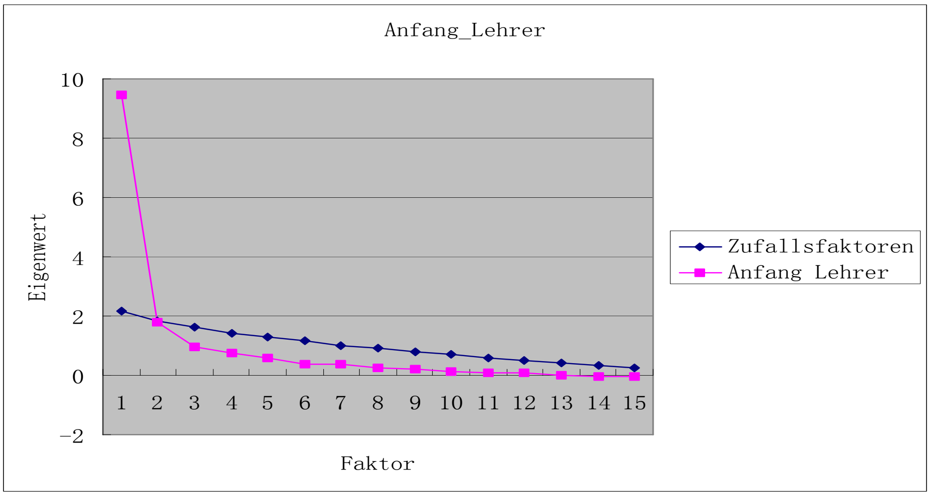


Abbildung 9.4: Parallelanaylse für Betriebe-Daten am Anfang und am Ende des ersten Schuljahres



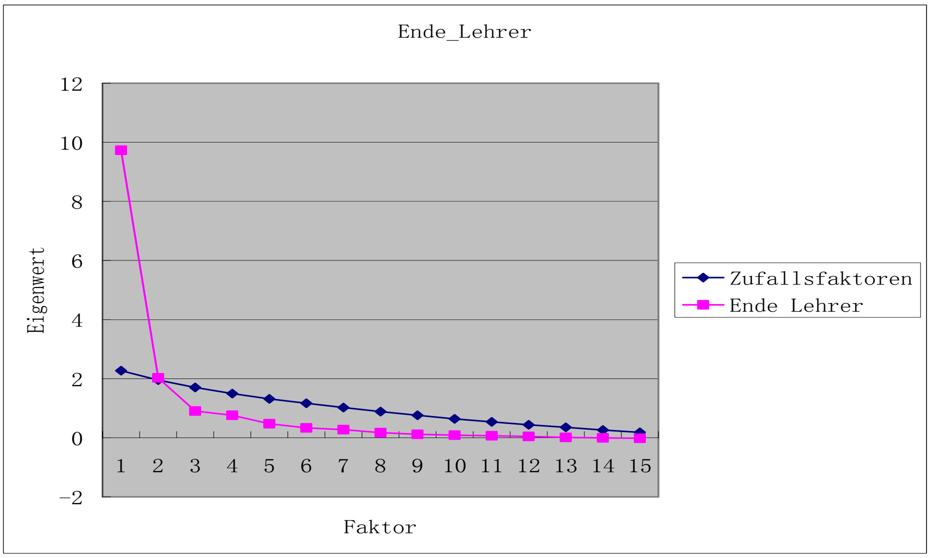
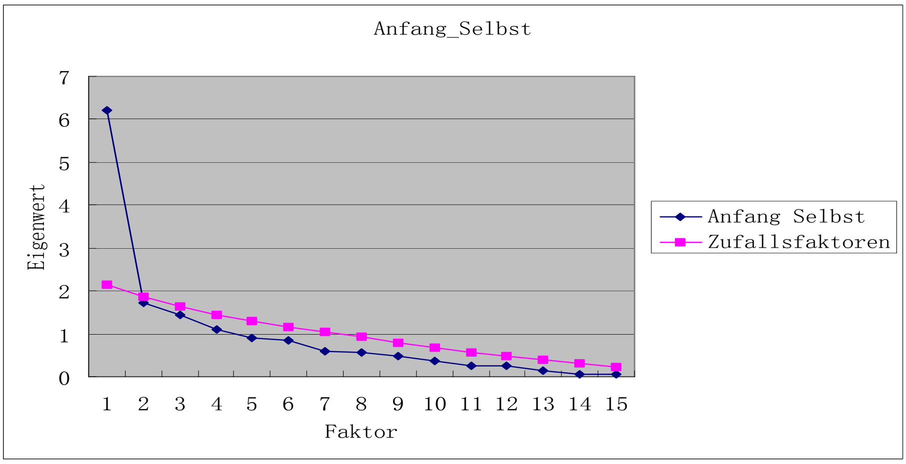


Abbildung 9.5: Parallelanalyse für Lehrer-Daten am Anfang und am Ende des ersten Schuljahres



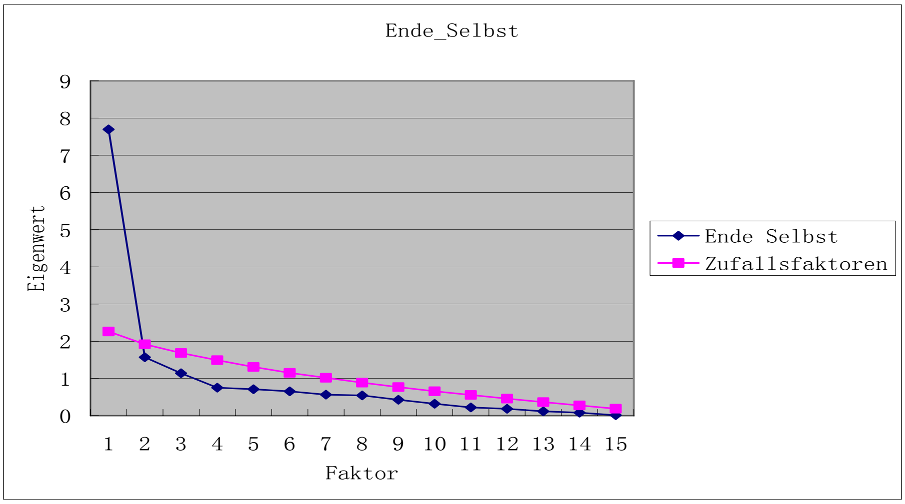


Abbildung 9.6: Parallelanalyse für Schüler-Daten am Anfang und am Ende des ersten Schuljahres

Item	Name	$\overline{X}_j$	S_j	R(j)
	Faktor 1	4,57	0,87	A=0,85
*Item*1	Rechenverständnis	4,67	0,92	0,55
*Item*2	Sprachverständnis	4,37	1,00	0,55
*Item*3	Leseverständnis	4,76	1,08	0,54
*Item*8	Verantwortungsbewusstsein	4,76	1,19	0,68
*Item*9	emotionale Kontrolle	4,60	1,66	0,48
*Item*10	kommunikatives Handeln	4,53	1,20	0,65
*Item*11	Kritikfähigkeit	4,58	1,47	0,64
*Item*12	Anpassungsfähigkeit	4,56	1,38	0,61
*Item*15	Präzision	4,23	1,36	0,59
	Faktor 2	4,19	1,03	A=0,71
*Item*4	Methodenkompetenz	4,02	1,28	0,49
*Item*5	Konzentration	4,16	1,38	0,59
*Item*6	Belastbarkeit	4,39	1,24	0,49

Tabelle 9.7: Reliabilitätsanalyse aufgrund des Zwei-Faktorenmodells für Urteile der Schüler am Anfang des ersten Schuljahres

Item	Name	$\overline{X}_j$	S_j	R(j)
	Faktor 1	4,69	0,97	A=0,92
*Item*5	Konzentration	4,52	1,20	0,61
*Item*6	Belastbarkeit	4,45	1,27	0,73
*Item*7	Aufgeschlossenheit	5,0	1,25	0,51
*Item*8	Verantwortungsbewusstsein	4,95	1,43	0,74
*Item*9	emotionale Kontrolle	4,50	1,43	0,68
*Item*10	kommunikatives Handeln	5,03	1,33	0,70
*Item*11	Kritikfähigkeit	4,66	1,53	0,67
*Item*12	Anpassungsfähigkeit	4,95	1,21	0,75
*Item*13	Pünktlichkeit	4,75	1,63	0,60
*Item*14	Ordnung	5,08	1,08	0,63
*Item*15	Präzision	4,58	1,08	0,69
	Faktor 2	4,49	1,09	A=0,83
*Item*2	Sprachverständnis	4,66	1,23	0,81
*Item*3	Leseverständnis	4,53	1,18	0,45
*Item*4	Methodenkompetenz	3,84	1,49	0,73
*Item*8	Verantwortungsbewusstsein	4,94	1,43	0,67

Tabelle 9.8: Reliabilitätsanalyse aufgrund des Zwei-Faktorenmodells für Urteile der Schüler am Ende des ersten Schuljahres

Item	Name	$\overline{X}_j$	S_j	R(j)
	Faktor 1	3,35	0,94	A=0,92
*Item*1	Rechenverständnis	3,91	1,89	0,69
*Item*4	Methodenkompetenz	3,26	1,04	0,80
*Item*5	Konzentration	3,28	1,11	0,84
*Item*6	Belastbarkeit	3,67	1,08	0,86
*Item*7	Aufgeschlossenheit	3,19	1,02	0,71
*Item*8	Verantwortungsbewusstsein	3,02	1,06	0,76
*Item*9	emotionale Kontrolle	3,24	1,32	0,77
*Item*10	kommunikatives Handeln	3,63	1,16	0,54
*Item*11	Kritikfähigkeit	3,63	1,22	0,84
*Item*12	Anpassungsfähigkeit	3,46	1,19	0,88
*Item*13	Pünktlichkeit	3,19	1,65	0,64
*Item*14	Ordnung	3,24	1,23	0,75
*Item*15	Präzision	3,37	1,08	0,74
	Faktor 2	3,67	0,92	A=0,90
*Item*1	Rechenverständnis	3,91	1,18	0,77
*Item*2	Sprachverständnis	3,89	1,04	0,76
*Item*3	Leseverständnis	4,02	1,04	0,70
*Item*4	Methodenkompetenz	3,26	1,04	0,84
*Item*5	Konzentration	3,28	1,10	0,73

Tabelle 9.9: Reliabilitätsanalyse aufgrund des Zwei-Faktorenmodells für Urteile der Lehrer am Anfang des ersten Schuljahres

Item	Name	$\overline{X}_j$	S_j	R(j)
	Faktor 1	4,06	1,04	A=0,95
*Item*4	Methodenkompetenz	3,68	1,18	0,78
*Item*5	Konzentration	4,05	1,22	0,89
*Item*6	Belastbarkeit	3,92	1,29	0,86
*Item*7	Aufgeschlossenheit	4,51	1,22	0,80
*Item*8	Verantwortungsbewusstsein	3,81	1,29	0,87
*Item*9	emotionale Kontrolle	4,22	1,18	0,69
*Item*10	kommunikatives Handeln	4,38	1,16	0,59
*Item*11	Kritikfähigkeit	4,46	1,09	0,80
*Item*12	Anpassungsfähigkeit	4,32	1,27	0,83
*Item*13	Pünktlichkeit	3,29	1,66	0,58
*Item*14	Ordnung	4,19	1,41	0,79
*Item*15	Präzision	3,92	1,29	0,85
	Faktor 2	4,23	1,19	A=0,92
*Item*1	Rechenverständnis	4,84	1,61	0,75
*Item*2	Sprachverständnis	4,65	1,62	0,74
*Item*3	Leseverständnis	4,27	1,50	0,77
*Item*4	Methodenkompetenz	3,68	1,18	0,85
*Item*5	Konzentration	4,65	1,22	0,84
*Item*6	Belastbarkeit	3,92	1,29	0,74

Tabelle 9.10: Reliabilitätsanalyse aufgrund des Zwei-Faktorenmodells für Urteile der Lehrer am Ende des ersten Schuljahres

Item	Name	$\overline{X}_j$	S_j	R(j)
	Faktor 1	3,99	1,24	A=0,94
*Item*4	Methodenkompetenz	3,38	1,13	0,44
*Item*5	Konzentration	3,95	1,45	0,73
*Item*6	Belastbarkeit	3,63	1,66	0,89
*Item*7	Aufgeschlossenheit	4,23	1,61	0,87
*Item*8	Verantwortungsbewusstsein	3,98	1,61	0,89
*Item*9	emotionale Kontrolle	4,23	1,59	0,67
*Item*12	Anpassungsfähigkeit	4,20	1,47	0,77
*Item*13	Pünktlichkeit	4,55	1,88	0,65
*Item*14	Ordnung	3,98	1,42	0,84
*Item*15	Präzision	3,80	1,45	0,81
	Faktor 2	4,31	1,27	A=0,90
*Item*9	emotionale Kontrolle	4,23	1,59	0,77
*Item*10	kommunikatives Handeln	4,58	1,43	0,74
*Item*11	Kritikfähigkeit	4,25	1,29	0,79
*Item*12	Anpassungsfähigkeit	4,20	1,47	0,82

Tabelle 9.11: Reliabilitätsanalyse aufgrund des Zwei-Faktorenmodells für Urteile der Betriebe am Anfang des ersten Schuljahres

$Item$	Name	$\overline{X}_j$	S_j	R(j)
	Faktor 1	3,99	1,53	A=0,97
$Item5$	Konzentration	3,90	1,51	0,81
$Item6$	Belastbarkeit	3,80	1,74	0,93
$Item7$	Aufgeschlossenheit	4,05	1,82	0,88
$Item8$	Verantwortungsbewusstsein	3,71	1,82	0,89
$Item9$	emotionale Kontrolle	4,09	1,53	0,83
$Item10$	kommunikatives Handeln	4,49	1,52	0,82
$Item11$	Kritikfähigkeit	4,00	1,74	0,74
$Item12$	Anpassungsfähigkeit	4,07	1,74	0,91
$Item13$	Pünktlichkeit	4,19	2,21	0,82
$Item14$	Ordnung	3,73	1,75	0,91
$Item15$	Präzision	3,83	1,64	0,91
	Faktor 2	4,78	0,99	A=0,51
$Item3$	Leseverständnis	5,09	1,28	0,35
$Item4$	Methodenkompetenz	4,43	1,41	0,35

Tabelle 9.12: Reliabilitätsanalyse aufgrund des Zwei-Faktorenmodells für Urteile der Betriebe am Ende des ersten Schuljahres

	Schüler Anfang	Schüler Ende	Lehrer Anfang	Lehrer Ende	Betriebe Anfang	Betriebe Ende
Basiskompetenzen						
Rechenverständnis	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sprachverständnis	6,94	1,26	9,05	13,77	-1,86	0,54
Leseverständnis	5,48	1,06	7,48	13,64	-1,39	0,68
Methodenkompetenz	4,95	1,24	20,97	10,97	2,23	0,79
Personkompetenzen						
Konzentration	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Belastbarkeit	3,70	7,86	42,19	30,62	14,03	24,50
Aufgeschlossenheit	4,34	5,03	14,08	22,65	13,66	25,80
Sozialkompetenzen						
Verantwortungsbws.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
emot.Kontrolle	5,11	10,39	13,15	12,48	12,31	24,68
kommun.Handeln	7,01	13,72	8,65	8,92	10,19	19,57
Kritikfähigkeit	5,95	9,22	12,37	15,14	9,21	20,79
Anpassungsfähigkeit	8,21	12,83	14,08	10,13	15,57	32,82
Individualkompetenzen						
Pünktlichkeit	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ordnung	6,47	5,89	11,43	8,53	13,12	14,68
Präzision	8,14	6,54	10,63	7,53	11,96	31,91

Tabelle 9.13: Teststatistik Z_t mit Mplus: Werte im Bereich (-1,96,+1,96) zeigen Signifikanz auf dem 5%-Niveau

$n = 46$			
	$\overline{X}_j$	S_j	R(j)
Basiskompetenzen	3,77	0,93	A=0,89
Rechenverständnis	3,91	1,19	0,71
Sprachverständnis	3,39	1,04	0,71
Leseverständnis	4,02	1,04	0,75
Methodenkompetenz	3,26	1,04	0,74
Personkompetenzen	3,18	0,95	A=0,87
Konzentration	3,28	1,10	0,77
Belastbarkeit	3,06	1,08	0,87
Aufgeschlossenheit	3,19	1,02	0,63
Sozialkompetenzen	3,39	1,01	A=0,90
Verantwortungsbewusstsein	3,02	1,06	0,78
emotionale − Kontrolle	3,23	1,32	0,79
kommunikatives − Handeln	3,63	1,16	0,58
Kritikfähigkeit	3,63	1,22	0,83
Anpassungsfähigkeit	3,46	1,18	0,84
Individualkompetenzen	3,27	1,13	A=0,80
Pünktlichkeit	3,19	1,65	0,62
Ordnung	3,24	1,23	0,75
Präzision	3,37	1,08	0,63

Tabelle 9.14: Reliabilitätsanalyse für die Urteile der Lehrer am Anfang des ersten Schuljahres; A: Cronbach's Alpha, R(j): Trennschärfekoeffizient des Items j

$n = 37$			
Items	$\overline{X}_j$	S_j	R(j)
Basiskompetenzen	4,36	1,54	A=0,89
Rechenverständnis	4,84	1,61	0,71
Sprachverständnis	4,65	1,62	0,82
Leseverständnis	4,27	2,50	0,81
Methodenkompetenz	3,68	1,78	0,73
Personkompetenzen	4,16	1,45	A=0,92
Konzentration	4,55	1,22	0,88
Belastbarkeit	3,92	1,29	0,87
Aufgeschlossenheit	4,51	1,21	0,77
Sozialkompetenzen	4,23	1,02	A=0,90
Verantwortungsbewusstsein	3,81	1,28	0,82
Emotionale − Kontrolle	4,21	1,18	0,68
Kommunikatives − Handeln	4,37	1,16	0,59
Kritikfähigkeit	4,45	1,09	0,83
Anpassungsfähigkeit	4,32	1,27	0,89
Individualkompetenzen	3,80	1,27	A=0,83
Pünktlichkeit	3,29	1,66	0,57
Ordnung	4,18	1,41	0,82
Präzision	3,92	1,29	0,72

Tabelle 9.15: Reliabilitätsanalyse für die Urteile der Lehrer am Ende des ersten Schuljahres; A: Cronbach's Alpha, R(j): Trennschärfekoeffizient des Items j

$n = 40$			
Items	$\overline{X}_j$	S_j	R(j)
Basiskomptenzen	3,66	0,57	A=0,12
Rechenverständnis	3,68	0,69	-0,07
Sprachverständnis	3,50	1,34	0,00
Leseverständnis	4,08	1,19	0,29
Methodenkomptenz	3,40	1,03	0,00
Personkompetenzen	3,93	1,44	A=0,90
Konzentration	3,95	1,45	0,70
Belastbarkeit	3,62	1,66	0,86
Aufgeschlossenheit	4,23	1,61	0,89
Sozialkompetenzen	4,25	1,25	A=0,90
Verantwortungsbewusstsein	3,98	1,61	0,65
$emotionale - Kontrolle$	4,23	1,59	0,78
$kommunikatives - Handeln$	4,58	1,3	0,70
Kritikfähigkeit	4,25	1,29	0,78
Anpassungsfähigkeit	4,20	1,47	0,86
Individualkompetenzen	4,10	1,37	A=0,82
Pünktlichkeit	4,55	1,88	0,59
Ordnung	3,98	1,42	0,78
Präzision	3,80	1,45	0,69

Tabelle 9.16: Reliabilitätsanalyse für die Urteile der Betriebe am Anfang des ersten Schuljahres; A: Cronbach's Alpha, R(j): Trennschärfekoeffizient des Items j

$n = 41$			
Items	$\overline{X}_j$	S_j	R(j)
Basiskomptenzen	4,64	0,79	A=0,30
Rechenverständnis	3,95	1,67	0,03
Sprachverständnis	4,27	1,67	0,03
Leseverständnis	4,85	1,07	0,09
Methodenkomptenz	4,51	1,20	0,37
Personkompetenzen	3,91	1,58	A=0,93
Konzentration	3,90	1,51	0,82
Belastbarkeit	3,80	1,74	0,93
Aufgeschlossenheit	3,05	1,82	0,82
Sozialkompetenzen	4,07	1,45	A=0,93
Verantwortungsbewusstsein	3,71	1,82	0,82
$emotionale - Kontrolle$	4,09	1,52	0,78
$kommunikatives - Handeln$	4,49	1,52	0,78
Kritikfähigkeit	4,00	1,76	0,73
Anpassungsfähigkeit	4,07	1,74	0,92
Individualkompetenzen	3,92	1,75	A=0,92
Pünktlichkeit	4,19	2,21	0,85
Ordnung	3,73	1,75	0,88
Präzision	3,83	1,64	0,84

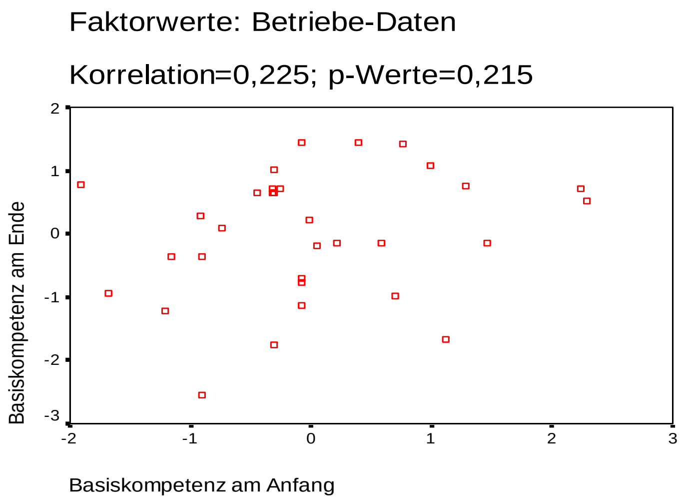
Tabelle 9.17: Reliabilitätsanalyse für die Urteile der Betriebe am Ende des ersten Schuljahres; A: Cronbach's Alpha, R(j): Trennschärfekoeffizient des Items j

$n = 43$			
Items	$\overline{X}_j$	S_j	R(j)
Basiskompetenzen	4,46	0,75	A=0,67
Rechenverständnis	4,67	0,92	0,38
Sprachverständnis	4,37	1,00	0,63
Leseverständnis	4,76	1,09	0,47
Methodenkompetenz	4,02	1,28	0,37
Personkompetenzen	4,30	0,94	A=0,63
Konzentration	4,16	1,38	0,52
Belastbarkeit	4,39	1,24	0,48
Aufgeschlossenheit	4,35	1,11	0,34
Sozialkompetenzen	4,60	1,02	A=0,79
Verantwortungsbewusstsein	4,77	1,19	0,58
emotionaleKontrolle	4,60	1,66	0,48
kommunikativesHandeln	4,53	1,20	0,69
Kritikfähigkeit	4,58	1,47	0,57
Anpassungsfähigkeit	4,56	1,38	0,56
Individualkompetenzen	4,65	1,14	A=0,78
Pünktlichkeit	4,69	1,49	0,62
Ordnung	5,02	1,26	0,58
Präzision	4,23	1,36	0,65

Tabelle 9.18: Reliabilitätsanalyse für die Urteile der Schüler am Anfang des ersten Schuljahres; A: Cronbach's Alpha, R(j): Trennschärfekoeffizient des Items j

$n = 38$			
Items	$\overline{X}_j$	S_j	R(j)
Basiskompetenzen	4,34	0,84	A=0,43
Rechenverständnis	4,34	1,58	-0,19
Sprachverständnis	4,65	1,24	0,66
Leseverständnis	4,52	1,18	0,33
Methodenkompetenz	3,84	1,49	0,41
Personkompetenzen	4,65	0,93	A=0,68
Konzentration	4,52	1,20	0,43
Belastbarkeit	4,44	1,27	0,57
Aufgeschlossenheit	5,00	1,25	0,49
Sozialkompetenzen	4,81	1,12	A=0,86
Verantwortungsbewusstsein	4,95	1,43	0,70
Emotionale − Kontrolle	4,50	1,43	0,67
Kommunikatives − Handeln	5,03	1,32	0,69
Kritikfähigkeit	4,66	1,53	0,65
Anpassungsfähigkeit	4,95	1,20	0,71
Individualkompetenzen	4,81	1,02	A=0,71
Pünktlichkeit	4,76	1,63	0,50
Ordnung	5,07	1,08	0,60
Präzision	4,58	1,08	0,57

Tabelle 9.19: Reliabilitätsanalyse für die Urteile der Schüler am Ende des ersten Schuljahres; A: Cronbach's Alpha, R(j): Trennschärfekoeffizient des Items j



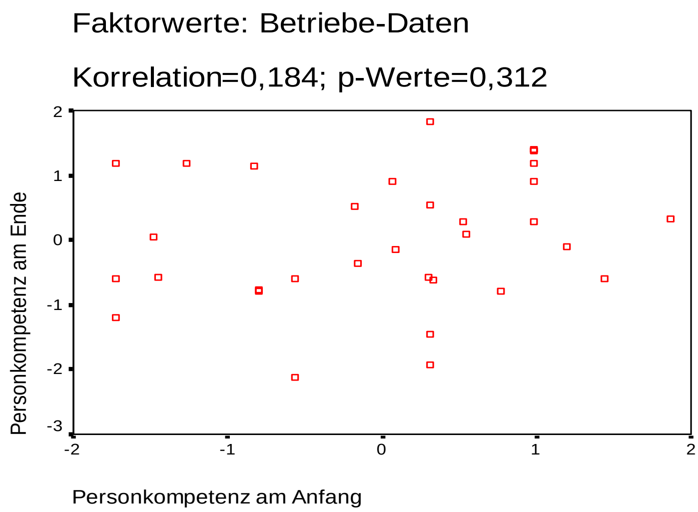
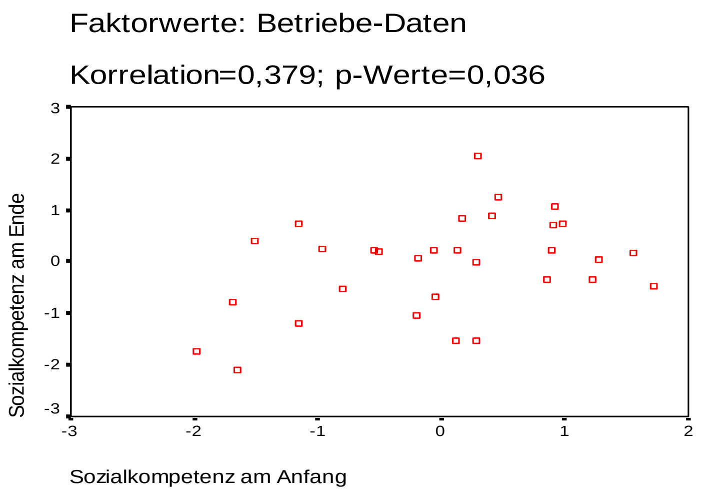


Abbildung 9.7: Plots der Faktorwerte: Basis- und Personkompetenz mit den Betriebe-Daten. Erklärung: p-Werte sollte p-Wert sein



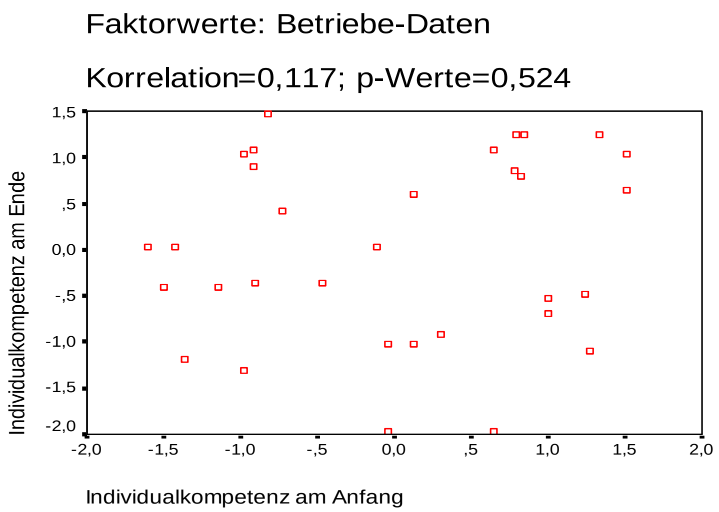
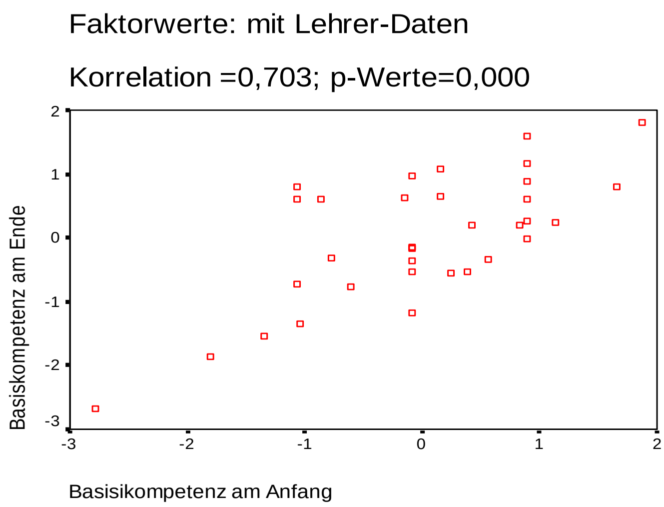


Abbildung 9.8: Plots der Faktorwerte: Sozial- und Individualkompetenz mit den Betriebe-Daten. Erklärung: p-Werte sollte p-Wert sein



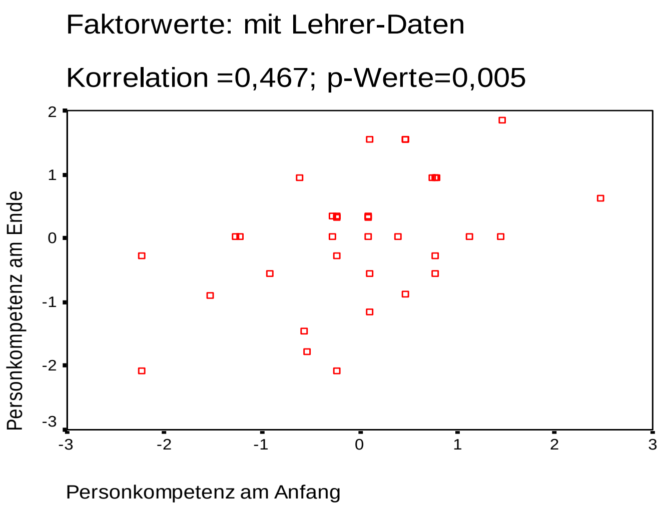
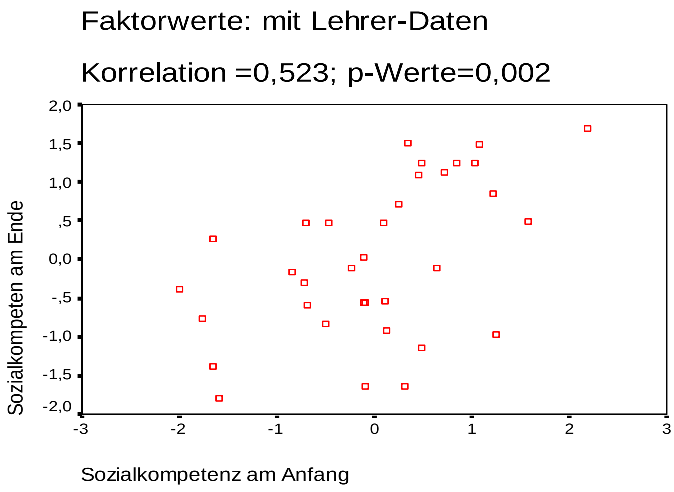


Abbildung 9.9: Plots der Faktorwerte: Basis- und Personkompetenz mit den Lehrer-Daten. Erklärung: p-Werte sollte p-Wert sein



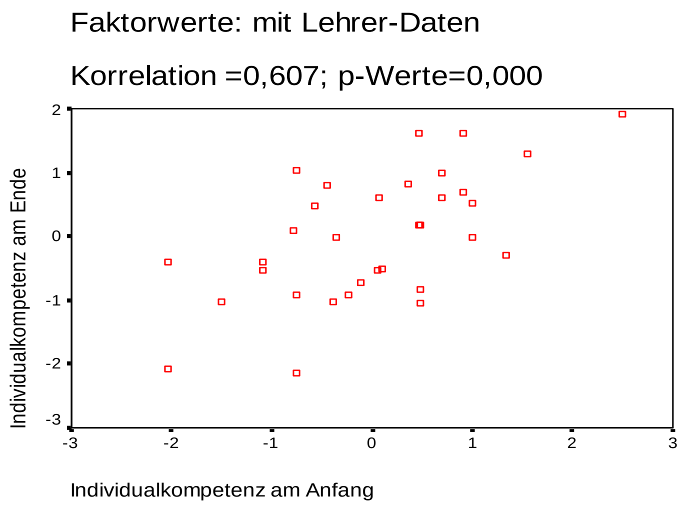


Abbildung 9.10: Plots der Faktorwerte: Sozial- und Individualkompetenz mit den Lehrer-Daten. Erklärung: p-Werte sollte p-Wert sein

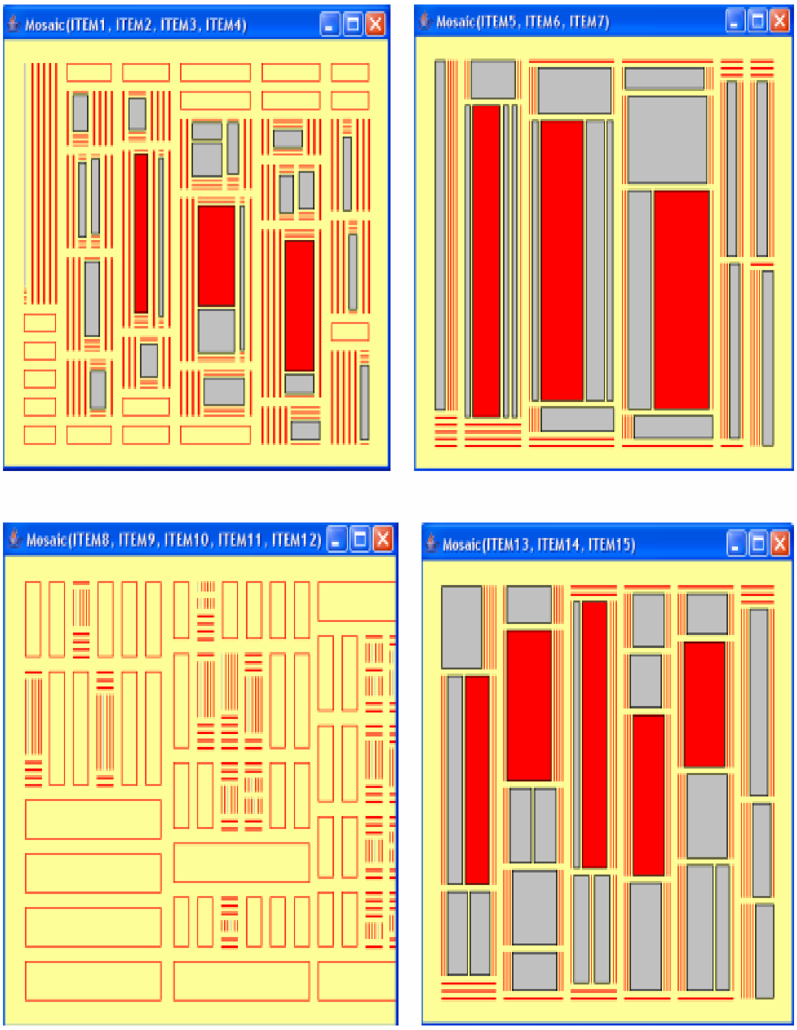


Abbildung 9.11: Mosaic Plots für Lehrer-Daten am Anfang des ersten Schuljahres; rote Fläche bedeutet, Count größer als 2

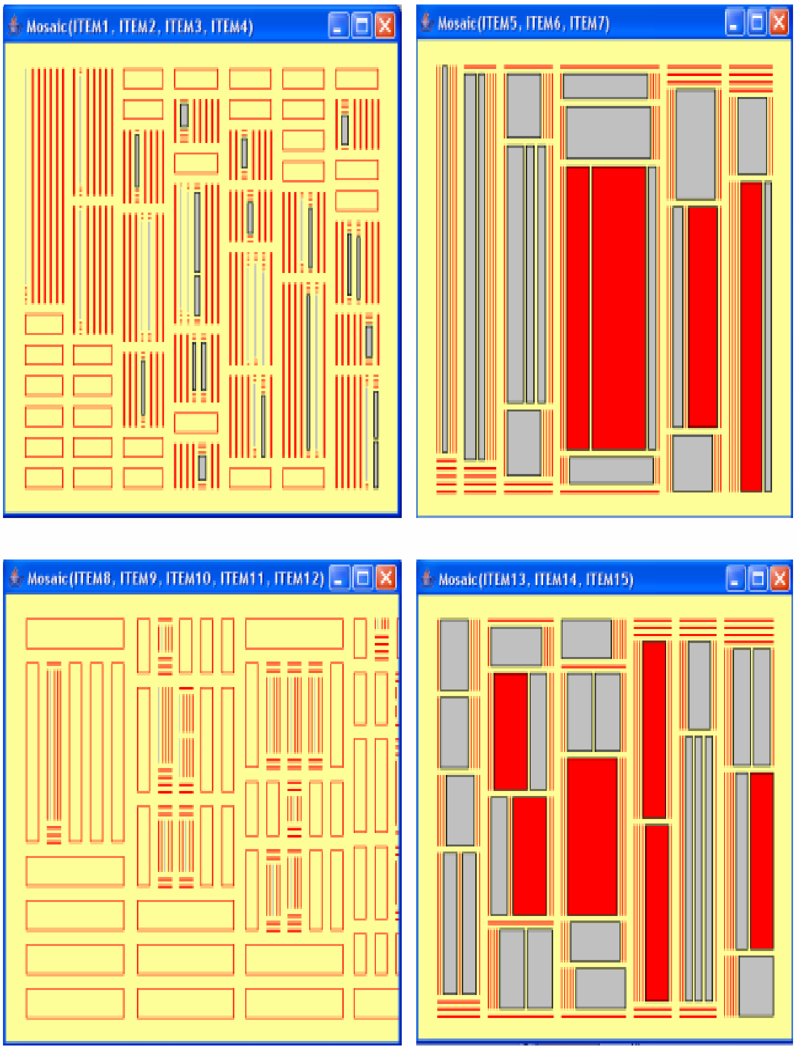


Abbildung 9.12: Mosaic Plots für Lehrer-Daten am Ende des ersten Schuljahres; rote Fläche bedeutet, Count größer als 2

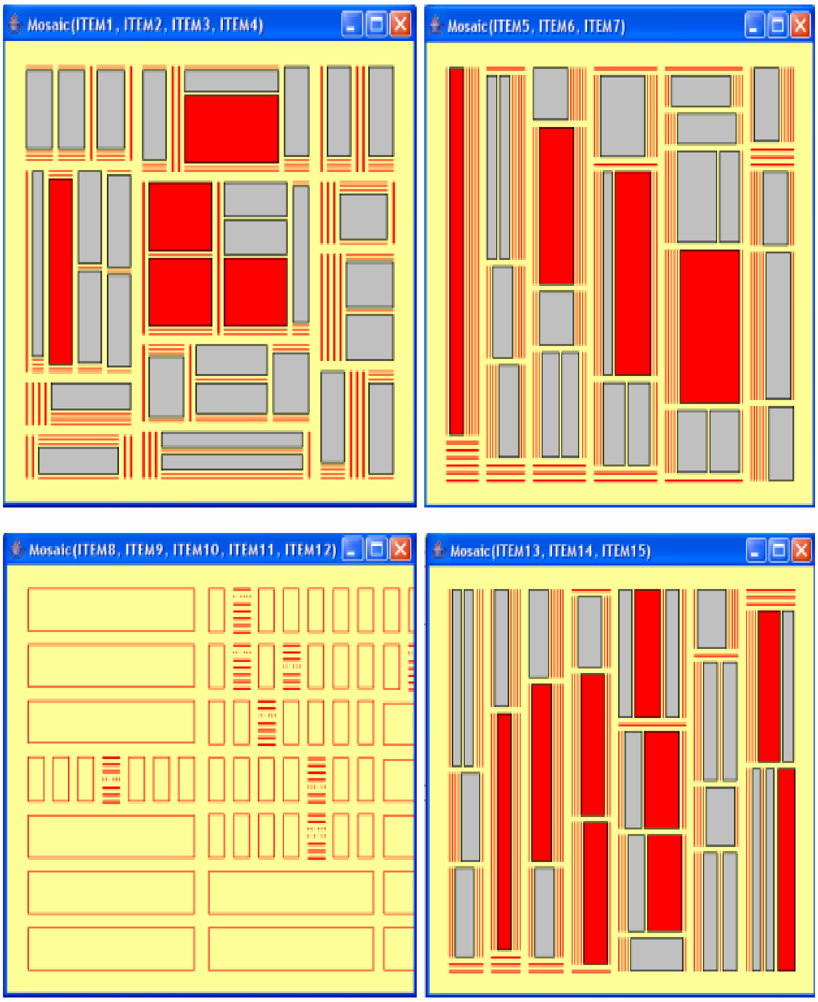


Abbildung 9.13: Mosaic Plots für Betriebe-Daten am Anfang des ersten Schuljahres; rote Fläche bedeutet, Count größer als 2

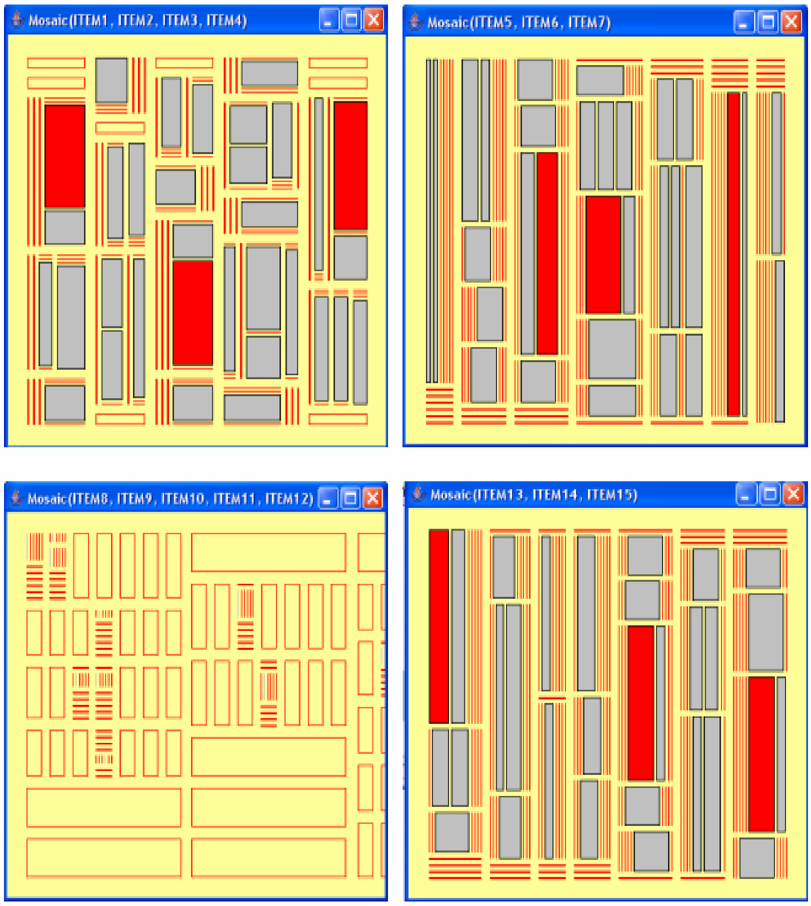


Abbildung 9.14: Mosaic Plots für Betriebe-Daten am Ende des ersten Schuljahres; rote Fläche bedeutet, Count größer als 2

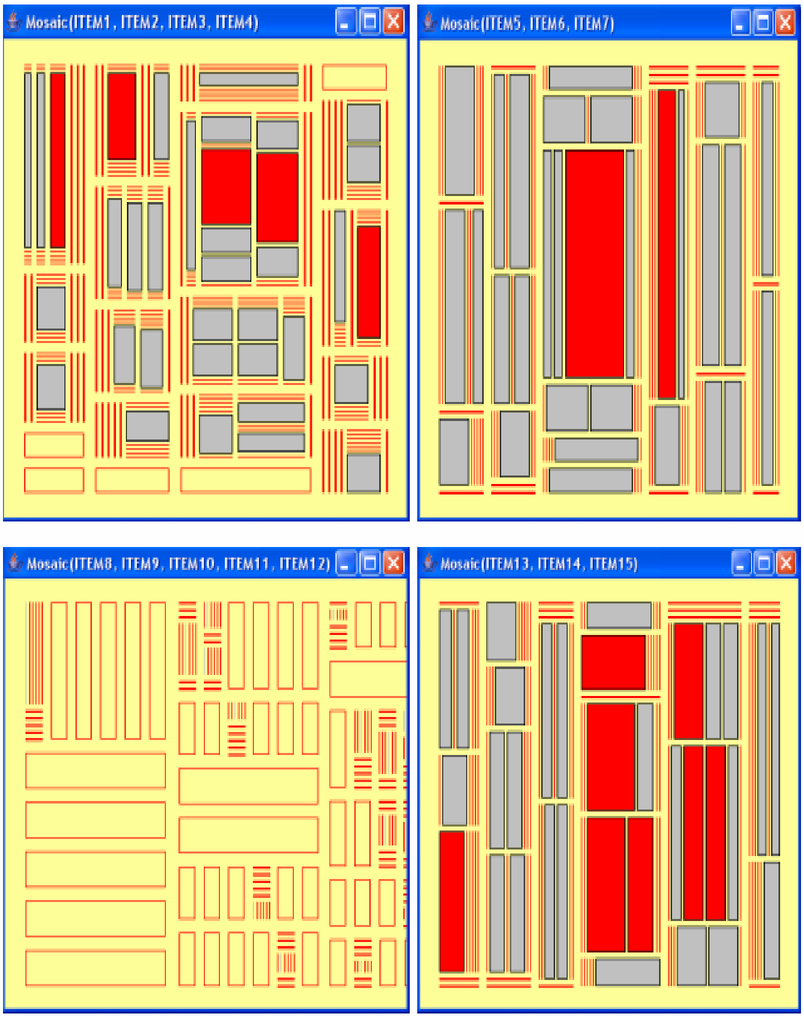


Abbildung 9.15: Mosaic Plots für Schüler-Daten am Anfang des ersten Schuljahres; rote Fläche bedeutet, Count größer als 2

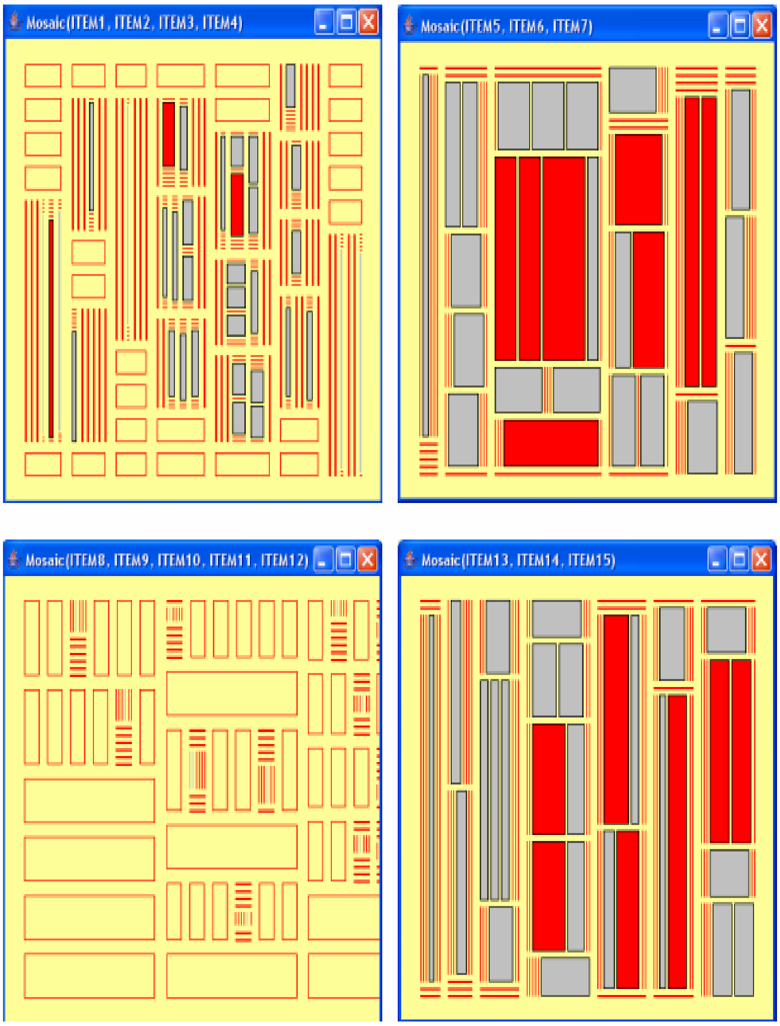


Abbildung 9.16: Mosaic Plots für Schüler-Daten am Ende des ersten Schuljahres; rote Fläche bedeutet, Count größer als 2

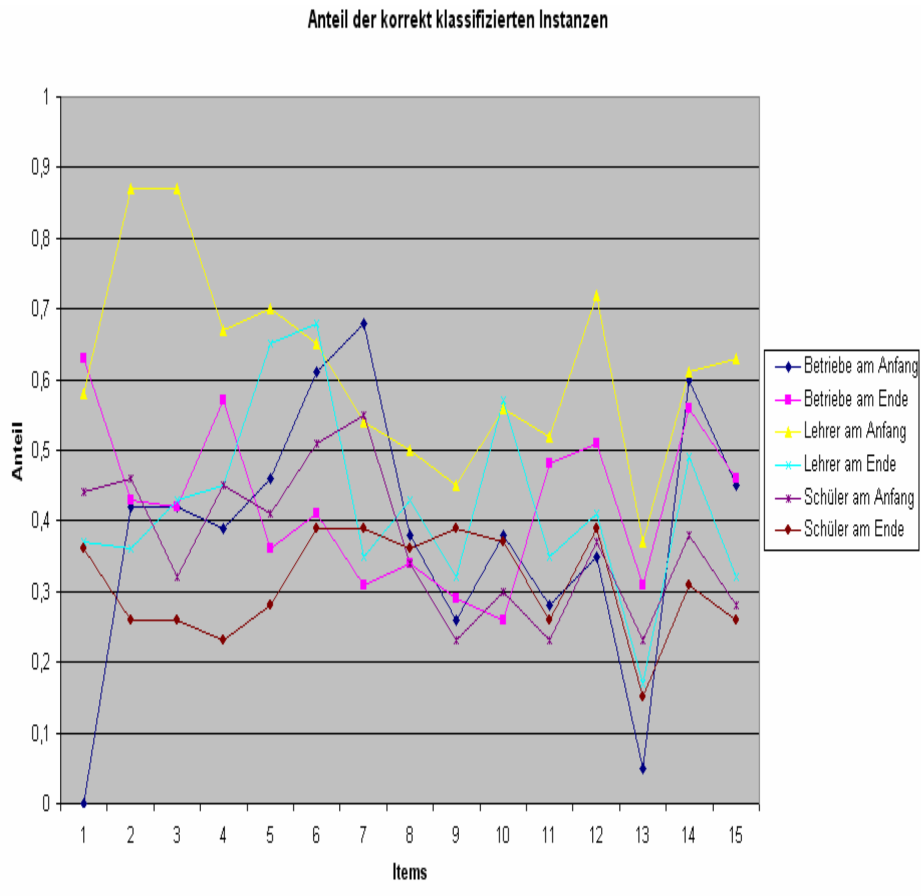


Abbildung 9.17: Anteil der korrekt klassifizierten Instanzen unter Berücksichtigung der Items innerhalb der Gruppen

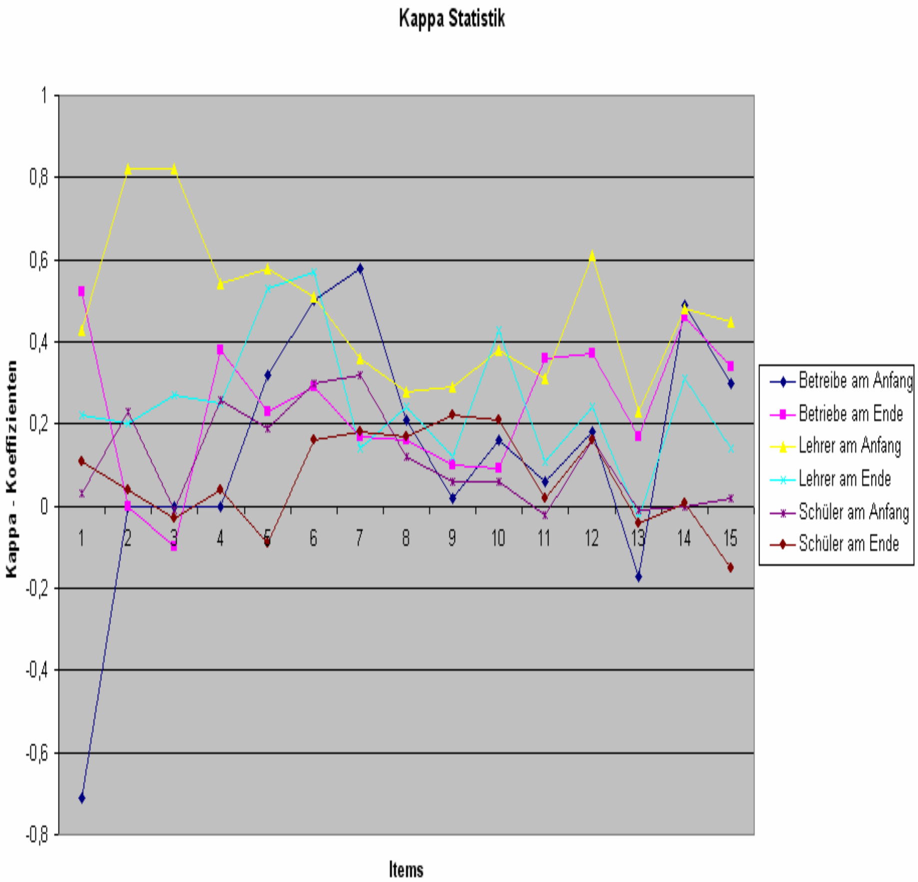


Abbildung 9.18: Kappa-Statistik unter Berücksichtigung der Items innerhalb der Gruppen

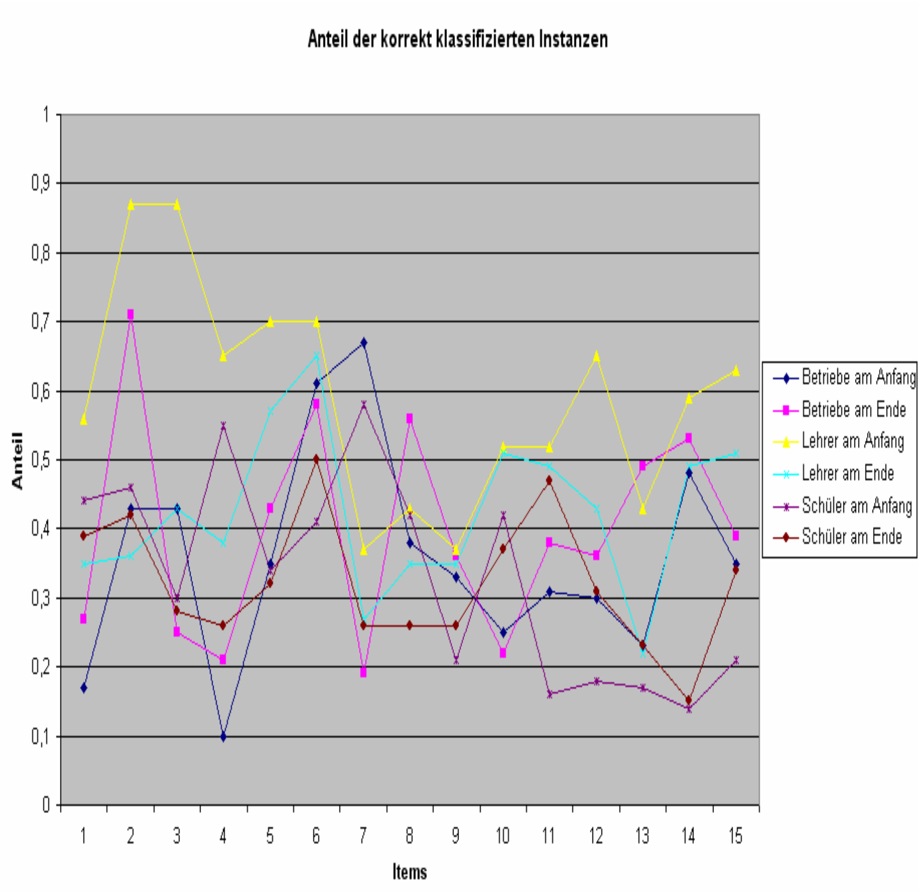


Abbildung 9.19: Anteil der korrekt klassifizierten Instanzen unter Berücksichtigung aller Items

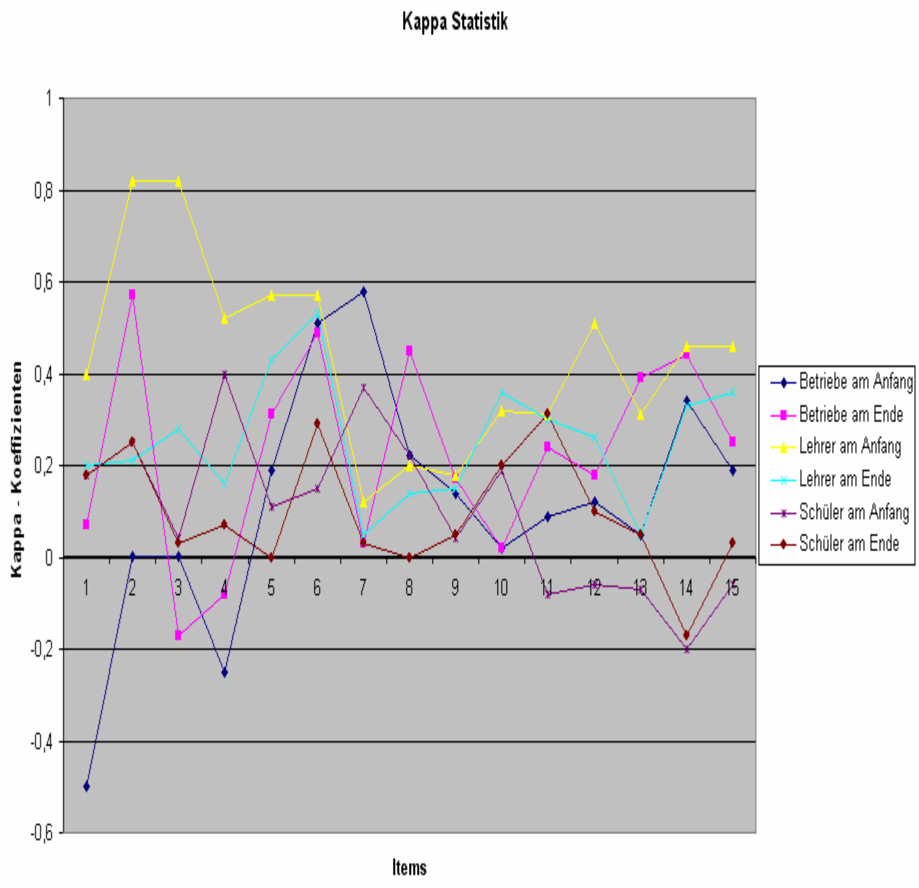


Abbildung 9.20: Kappa Statistik unter Berücksichtigung aller Items

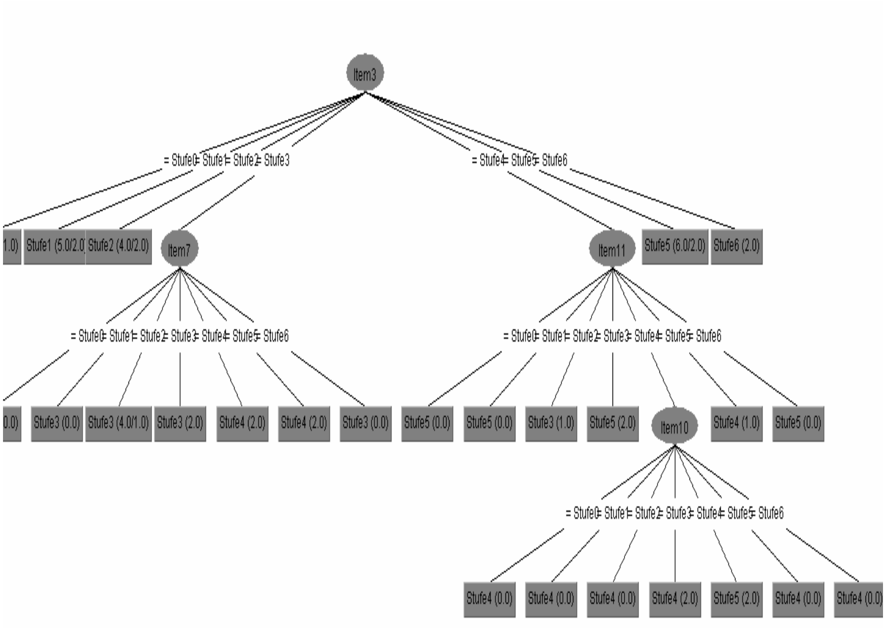


Abbildung 9.21: Entscheidungsbäume: Die Klassenzuordnung des Items 2 „Sprachverständnis“ wird durch andere Items für Betriebe-Daten vorhergesagt.

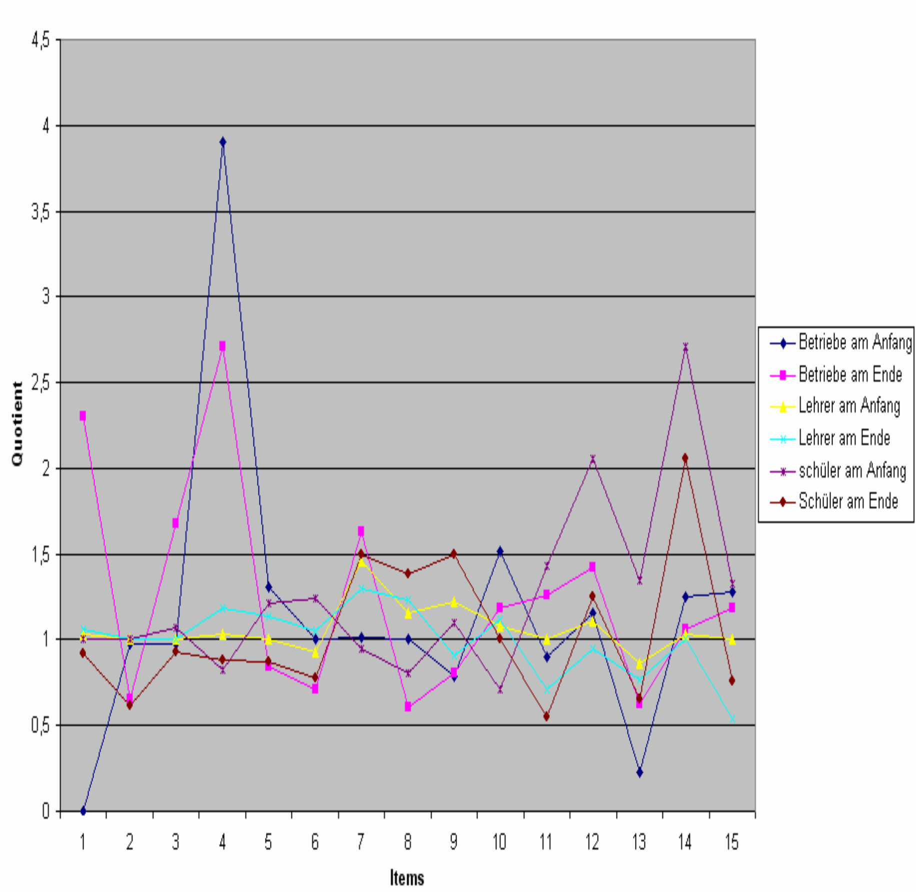


Abbildung 9.22: Entscheidungsbäume: jeweils Item 2 für Lehrer am Anfang und Betriebe am Ende

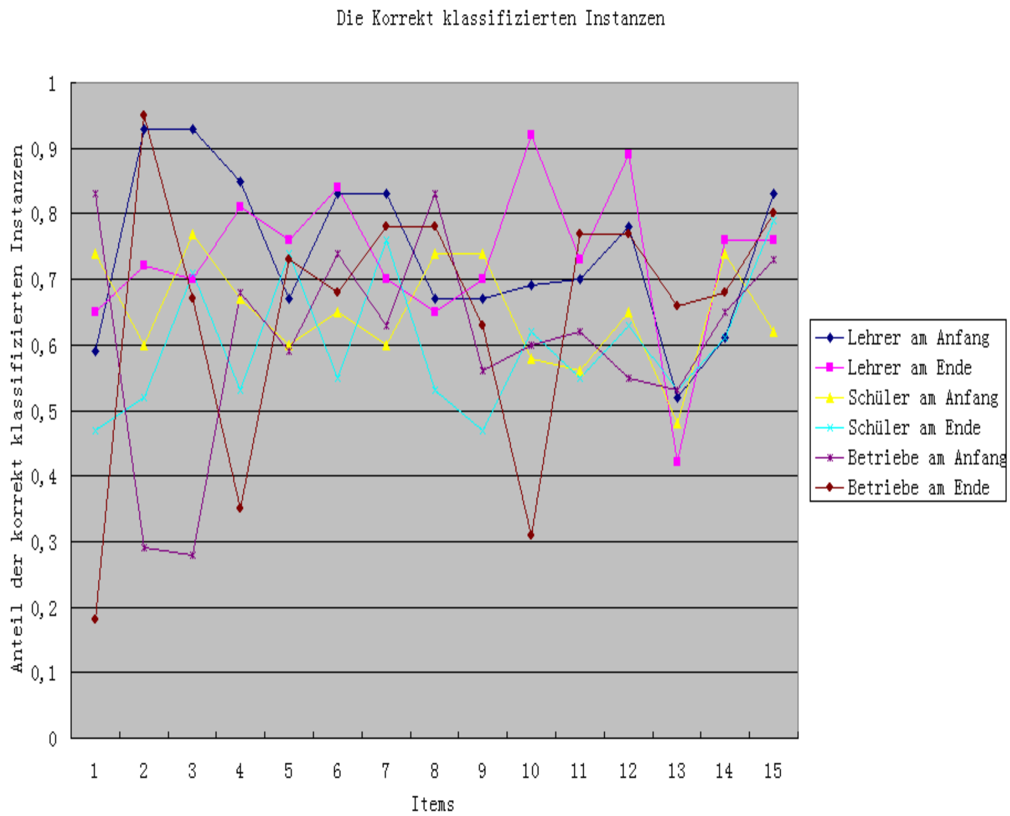


Abbildung 9.23: Der korrekt Klassifizierte Anteil der Instanzen für umkodierte Daten

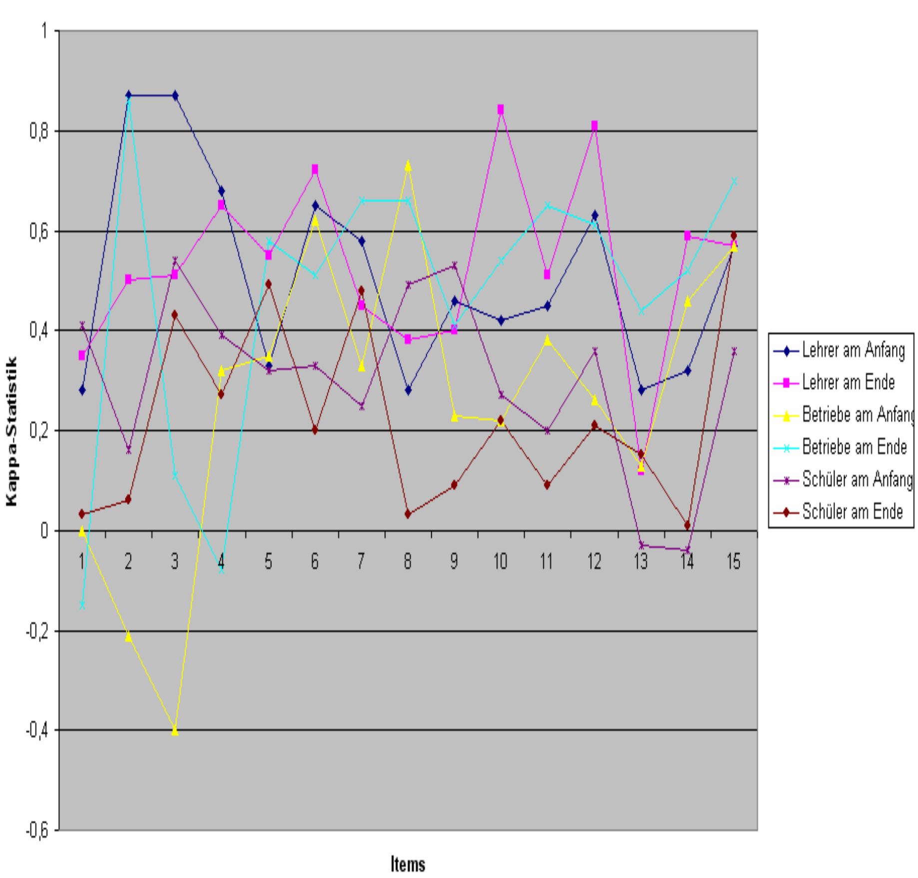


Abbildung 9.24: Kappa-Statistik für umkodierte Daten